

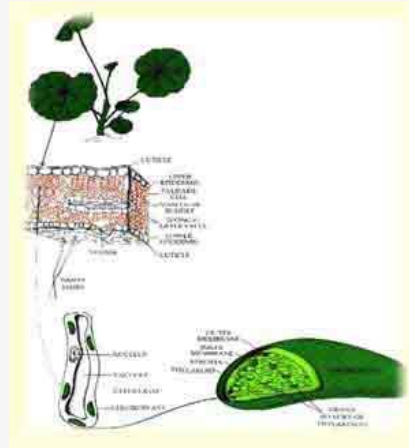


## موسوعة علم النبات

- 1 -

### فيزيولوجيا النبات

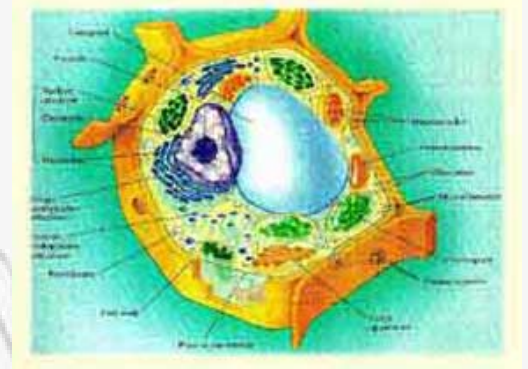
أ.د. محمد حامد الدريس



### الخلية النباتية

الخلية الوحدة التركيبية والوظيفية الأساسية للحياة . وفي الكائنات وحيدة الخلية تعتبر الخلية كائن حي كامل بينما في الكائنات الراقية عديدة الخلايا فإنه يوجد تجمع لعدد كبير من الخلايا المختلفة والتي تنظم بكل دقة لتكون نسيجاً والأنسجة المختلفة تكون عضواً ، والأعضاء المختلفة تكون الكائن الحي سواء كان نبات أو حيوان من خلال عملية النمو Growth والتطور Development أو التغير الشكلي Morphogenesis والتي يحدث خلالها تفاعلاتها كيميائية وتخصصات وظيفية

وبالرغم من تعدد النواتج التخصصية والوظيفية للخلايا إلا أن الخلايا متشابهة إلى حد كبير في احتوائها على عدد من العضيات التي يتم فيها التفاعلات الكيميائية كذلك تتشابه في الأغشية البلازمية والأحماض النووية DNA و RNA والتي تعمل كمكونات أساسية في ميكانيكية نقل المعلومات في جميع الخلايا



## نظرية الخلية والصفات العامة للمادة الحية

تتشترك كل الكائنات الحية في انها تتكون من خلايا وبعد أن علمنا أن الخلية الحية تستطيع بمفردها ان تكرر موادها الوراثية وان تستخدم المعلومات الوراثية بها لبناء البروتين وان تستهلك وتنتج الطاقة بها . وهكذا تكون الخلية هي الأساس لكل صور الحياة بالرغم من ان لكل خلية دور ووظيفة حيوية تختص بها . ولهذا تعرف الخلية بأنها وحدة النشاط الحيوي والتي تحاط بغشاء حي شبة منفذ والتي يمكنها ان تكرر نفسها بالانقسام الخلوي عندما تعزل علي بيئة مغذية مناسبة . او تعرف بانها اصغر جزء من الكائن الحي والذي يحوي الخواص والصفات المميزة للمادة الحية . والفكرة الشائعة ان الخلية هي الوحدة الاساسية للحياة تسمى بنظرية الخلية

## الخلية النباتية النمطية

لا وجود للخلية النباتية النمطية إلا أن الخلايا النباتية الحية تتشابه فتركيب الخلية الحية يتميز بوجود جدار خلوي يحيط بمساحة داخلية تحتوي علي البروتوبلازم والذي يتكون من سيتوبلازم ونواة ويطلق علي تلك المكونات البروتوبلازمية داخل الغشاء البلازمي Plasmalemma اسم البروتوبلاست وعادة ما يقوم العلماء بفصل البروتوبلاست عن الجدر الخلوية واستعماله في الدراسات الفسيولوجية والبيوكيماوية. تحاط النواة بغشاء معقد يعرف بالغلاف النووي Nuclear envelope . ويوجد داخل السيتوبلازم العضيات السيتوبلازمية مثل الميتوكوندريا والبلاستيدات والريبوزومات وتراكيب غشائية تعرف بالشبكة الاندوبلازمية وجهاز جولجي الذي يجاور في العادة النواة.

ويتميز البروتوبلازم بطبيعته الغروية علي الرغم من وجود كثير من المواد الذائبة فيه وترجع هذه الطبيعة الغروية للبروتوبلازم لوجود البروتينات حيث تتيح البروتينات سطوح مساحية غير



محدودة والتي تساعد علي وجود الظروف الضرورية للادمصاص Adsorption والحركة الكيماوية ومن ثم التفاعلات اللازمة للحياة وعلي هذا يعتبر النظام الغروي أساس لمظاهر المادة الحية.

## جدار الخلية

تحتاج الكائنات الحية الي دعائم ميكانيكية لكي يكون لها شكلها المحدد ففي عالم الحيوان أعطى الله الصلابة لتلك الكائنات عن طريق الجهاز العظمي أما في النباتات ونتيجة عدم احتوائها على مثل ذلك الجهاز وإنها اقل رقيا من الحيوان فالتدعيم لا يكفي أن يكون من خلال ضغط الامتلاء المائي داخل الخلايا والذي يساعد بالطبع على التدعيم الميكانيكي لذلك يعتمد النبات في التدعيم بشكل أساسي في بناء الجدار الخلوي الصلب السليولوزي ولا يقتصر دور الجدار في التدعيم فقط بل يتعداه للقيام بوظائف أخرى فالجدار يشترك في امتصاص وانتقال الماء والمعادن وفي الإفراز وفي بعض النشاط الأنزيمي . كما يعتقد علماء أمراض النبات أن الجدر الخلوية ومكوناتها تلعب دورا هاما في مقاومة المرض بإعاقة اختراق الطفيليات. ويقوم البروتوبلاست الحي بإنتاج وتعزيد الجدار الخلوي . وبالطبع فهناك خلايا لا يدوم فيها البروتوبلاست طويلا (مثل تلك المتخصصة في وظائف التوصيل والتدعيم مثل الخشب). وينتج البروتوبلاست مكونات الجدار الخلوي ويرسبها ملاصقة للسطح الخارجي للغشاء البلازمي . والمركب الرئيسي للجدار هو السيليلوز وتشكل المواد البكتينية والهيميسيليلوز واللجنين والسوبرين والبروتينات مواد الترسيب التي تشكل الجدر الثانوية المانحة لصلابة الجدر الخلوية. ثم تأتي الصفيحة الوسطي والتي تلتصق الخلايا مع بعضها وتتكون من حمض البكتيك وأملاح غير ذائبة لحمض البكتيك مثل بكتات الكالسيوم والمغنسيوم وكميات ضئيلة من البروتوبكتينات وترجع صلابة الصفيحة الوسطي في المراحل المتأخرة من تكوين الجدار الخلوي لوجود أملاح الكالسيوم والمغنسيوم لحمض البكتيك وكذلك عديدات التسكر المتضخمة مثل السيليلوز وفي بعض الاحيان اللجنين.

## الجدار الاول

بمجرد تكوين الصفيحة الوسطي تزداد الخلية في الحجم وتستطيل ويصحب هذه الاستطالة ويتبعها تشرب الصفيحة الوسطي بثلاث أنواع من المركبات هي:

3. الجليكوبروتين (تجمع كربوهيدرات + بروتين) وينتج 1. السيليلوز 2. الهيميسيليلوز
- عن هذا الترسيب طبقة رقيقة سمكها 1-3 ميكرون ويطلق علي هذه الطبقة التي تقع علي



السطح الداخلي للصفحة الوسطي والسطح الخارجي للغشاء البلازمي بالجدار الابتدائي او الاول . وهناك العديد من الخلايا النباتية تحتوي فقط علي الجدار الابتدائي مثل الخلايا الميرستيمية وخلايا البشرة والخلايا المشتركة في التمثيل الغذائي . والجدر الابتدائية تتميز بمطاطيتها نتيجة لمرونة تركيبها ولكن عندما يرسب عليها مكونات جديدة للجدر تفقد جزءا من مطاطيتها



### الجدار الثانوي

بمجرد تكوين الجدار الثانوي في الخلايا البارنشيمية تتوقف الخلية عن الاستطالة . بينما في خلايا أخرى مثل القصيبات فان الجدار يستمر في تغيظه بعد توقف استطالة الخلايا وذلك بترسيب طبقات من السيليلوز واللجنين لتكوين الجدار الثانوي . ويتراوح سمك الجدار الثانوي بين 5-10 ميكرون وبنهاية ترسيب الجدار الثانوي يفقد الجدار الكثير من مرونته ويصبح في النهاية غير مطاط تماما . وقد يؤدي تغيظ الجدار الثانوي الي امتلاء معظم حجم الخلية ويسبب هذا موت وتحلل البروتوبلازم . وكثير من الجدر الثانوية تحتوي علي اللجنين وهي مادة كحولية مبلمرة مشتقة من مركبات الفينيل بروبان وتوجد في الجدار مع الهيميسيليلوز ومركبات اخري ترتبط بالسيليلوز.

واللجنين يحتل المركز الثاني من حيث السيادة بعد السيليلوز بين مركبات النبات وترجع أهميته الي انه يضيف ويزيد من صلابة التراكيب التي يكونها ، الا انه في بعض النباتات قد يغلب ترسيب السيليلوز النقي في طبقات الجدار الثانوي مثل الياف القطن . وبعض جدر الخلايا النباتية قد تغطي بالكيوتين او تتشبع بالسوبرين او الشموع وذلك للحماية من فقد الماء.



### الخيوط البلازمية Plasmodesmata وحقول النقر

هي خيوط سيتوبلازمية في خط استواء الخلية المتصلبة حول خيوط الشبكة الاندوبلازمية خلال تكوين الصفحة الوسطي . وهذه الخيوط تخترق الجدر الخلوية ويعتقد انها تعمل كطرق موصلة في غاية الأهمية للماء والمواد الأخرى عبر الخلايا.

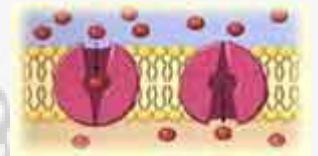




والخيوط البلازمية قد توجد متجمعة في حزة من الجدار يعرف بحقول النقر الأولية وهي مساحات رقيقة في جدر الخلايا والنقر تقابل بعضها البعض في الجدر الابتدائية للخلايا المتجاورة والتي تعرف بالنقر الزوجية. وفي الخلايا التي لها جدر ثانوية فان النقر تكون بسيطة او ذات حافة مضفوفة.

### الأغشية

يجب ان يفهم ان معظم الأنشطة الخلوية تعتمد علي تنظيم مختلف المكونات الكيماوية داخل الأغشية المرتبطة او أغشية العضيات الخلوية والشبكة الاندوبلازمية . أول من اقترح نموذج للأغشية هو Danielle سنة 1943 وهو نموذج حاز القبول من العلماء لانه يفسر كثير من وظائف الغشاء الخلوي وفي هذا النموذج يقترح دانييل وجود طبقتين من الدهون ويحيط بهما من الخارج والداخل طبقتين من البروتين وتسمح الليبيدات الموجودة بالغشاء بمرور المواد اللاقطبية Nonpolar او التي لا تحمل شحنة علي سطحها كما ان وجود طبقتي البروتين تسمح بمرور المواد القطبية او التي تحمل شحنة علي سطحها وهذا النموذج لوحدة الغشاء embraneUnit M لا يوجد في جميع التراكيب الغشائية كما انه لا يفسر ديناميكية التغيرات في نفاذية الأغشية إلا انه يمدنا بقواعد تقودنا لفهم تركيب الأغشية . وهناك نموذج اكثر قبولا الآن للغشاء وهو الموديل المبرقش السائل The Fluid Mosaic Model ويحتوي الغشاء علي طبقتين من الفوسفوليبيدات بذيولها الهيدروكربونية الكارهة للماء والمتجهة للداخل . والبروتينات الكروية والتي تنتثر داخل الفوسفوليبيدات والتي تشبة كرات البنج بونج المختلفة الأوزان داخل بركة من سائل لزج.



والمركبات البروتينية ربما تكون تركيبية او أنزيمات وتختلف جوهريا من عضو لآخر او من غشاء لآخر او بين وجهي نفس الغشاء . وهذا النموذج أوضح وجود مكونات غشائية أخرى مثل مشتقات الكربوهيدرات والبروتينات وكما سنري ان الأغشية ربما تحتوي علي أنزيمات وحوامل ومضخات بروتون وبروتينات تركيبية ومركبات ذات طاقة عالية تسهل إخراج وتحرك العناصر والكيماويات لداخل وخارج الخلية . ومما لا شك فيه أن كمية الدهون والبروتين والمكونات الأخرى للأغشية من المحتمل ان تتغير من لحظة لأخرى بالتغير النسبي للمجاميع المحبة والكارهة للماء . لذلك فالأغشية اختيارية النفاذية Differentially Permeable



اي انها تنظم خاصية مرور المواد المختلفة خلال الغشاء . وهذا ادق من اصطلاح شبة المنفذة . ويعرف النقل السلبي للأغشية بأنه مرور المواد خلال الأغشية دون حاجة الي الطاقة الناتجة من عمليات التحول الغذائي للخلايا. فالانتشار **Diffusion** والتبادل الايوني **Ion Exchange** والتدفق الكتلي **Mass Flow** جميعها صور من الانتقال السلبي وبعض المواد ربما تتراكم في الخلية او تهرب الي البيئة الخارجية بما يعرف بالنقل النشط **Active Transport** وهذا التحرك عبر الأغشية يحتاج لطاقة حيوية . ووجود مستقبلات او حوامل يؤدي الي تجمع المواد عكس منحدر التركيز ويسمي نظام الحامل المحتاج للطاقة بالمضخات **Pumps**.

### الغشاء البلازمي

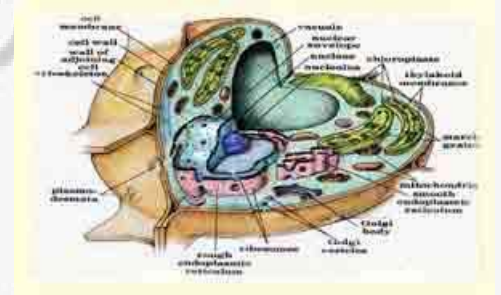
رغم ان الغشاء الخلوي يبدو انه يفصل الخلية عن الوسط الخارجي إلا ان العديد من المواد تنتقل خلاله عن طريق المسام والبلازموديزمات او عن طريق الفعل التشريبي للماء . ويتأخم هذا الجدار الخلوي غشاء رقيق مرن يعرف بالغشاء السيتوبلازمي او الغشاء البلازمي الخارجي وهو يغلف السيتوبلازم ويكسو المكونات الخلوية وينظم عبور المواد من والي الخلية . ونظرا لتشابه الغشاء السيتوبلازمي والسيتوبلازم يصعب التمييز بينهما بالميكروسكوب الضوئي ولكن باستعمال صبغات معينة وباستعمال الميكروسكوب الالكتروني يمكن رؤية الغشاء السيتوبلازمي.

### الشبكة الاندوبلازمية

يتشابك سيتوبلازم الخلية بنظام غشائي مرتبط متقن يعرف بالشبكة الاندوبلازمية وتظهر الحويصلات كفجوات محاطة ممتلئة وتسمى السسترنات **Cisternae** وعندما تلتصق الريبوزومات بالشبكة الاندوبلازمية فإنها تكون جزءا من الشبكة يعرف بالشبكة الخشنة **Rough Endoplasmic Reticulum** وفي هذه المصاحبة فان الريبوزومات تشترك في تمثيل البيبتيدات العديدة اي تمثيل البروتينات ، وعندما لا تصاحب الريبوزومات الشبكة الاندوبلازمية تسمى بالشبكة الاندوبلازمية الملساء وهي تلعب دورا أساسيا في تمثيل وتجميع الجليكوليبيدات (وهي المركبات التي تتكون من كحولات واحماض دهنية وكربوهيدرات) وطبقا لملاحظات عديد من العلماء فان تجويف الشبكة الاندوبلازمية تتصل بالغلاف النووي وتمتد لتصل لسطح الخلية وقد وجد ان هناك أغشية من هذا النظام موجودة في الجدر الابتدائية لبعض الخلايا بل وتمتد الي الخلايا المتجاورة . كما ذكر بعض العلماء ان اتصال الغشاء النووي مع الشبكة الاندوبلازمية يزيد من سطوح الاتصال بين المكونات النووية وسيتوبلازم الخلية . وعندما تمتد الشبكة الاندوبلازمية الي الخلايا المتجاورة فهذا يعني اتصالا مباشرا بين انوية الخلايا المتجاورة وهذا قد يفسر انتظام عمل النسيج الواحد في الكائن الحي . واذا تصورنا



الشبكة الاندوبلازمية وتفرعها داخل السيتوبلازم فهذا يعني تقسيم سيتوبلازم الخلية الي حجرات عديدة وصغيرة . وداخل هذه الحجرات ربما تتراكم أنزيمات معينة وأيضا مركبات معينة وسوف نري ان هذا التقسيم يؤدي الي إمكان حدوث تفاعلات عديدة داخل سيتوبلازم الخلية بدون حدوث تداخل علاوة علي ان هذا يمكن أن يوجه اتجاه التفاعل الرجعي للحدث في الاتجاه المطلوب عن طريق حجز بعض المركبات داخل هذه الحجرات او اخراج بعضها.



## أجهزة جولجي

تبدو أجسام جولجي في الميكروسكوب الالكتروني إنها عبارة عن كومة مكدسة من 5-15 من الأغشية المرتبطة والمفلطحة والمنبسطة وعديد من الحويصلات الكروية الصغيرة تظهر كمجموعة حول هذه الأغشية ويطلق علي هذه الأوعية والحويصلات أجهزة جولجي. وتتشابه أغشية احسام جولجي مع أغشية الشبكة الاندوبلازمية . وتحوي الحويصلات علي منشآت الجدار الخلوي (مثل عديدات السكر وبروتينات ومركبات اخري) وهذه المركبات تتراكم داخل الحويصلات ثم تنتقل عند إتمام الانقسام الميتوزي الي الصفيحة الوسطي او سطح الخلية وترسب مواد الجدار الخلوي علي السطح البيني . وعلي ذلك تلعب اجسام جولجي والشبكة الاندوبلازمية دورا هاما في تكوين الجدار الخلوي.

## الميتوكوندريا

الميتوكوندريا مفردتها Mitochondrion أجسام لها عديد من الأشكال والصور محاطة بوحدين غشائيتين يضمنان بداخلهما الحشوة و الـ RNA وأنزيمات دورة كربس ومركبات عديدة من نواتج التفاعلات الأنزيمية والسيتوكرومات مما يبين ان وظيفتها هي القيام بعملية التنفس . وهكذا فهي تختص بإنتاج الطاقة المستخدمة في الخلية ولذلك يلاحظ كثافة الميتوكوندريا في الخلايا النشطة مثل الخلايا الميرستيمية حيث تسود بها الميتوكوندريا . ويعني ان الميتوكوندريا تمد الخلايا بالطاقة انه عندما تتحلل الدهون والكربوهيدرات في السيتوبلازم ينتج عن أكسدة هذه المواد ثاني أكسيد الكربون وماء وطاقة وهي التي تخزن في الميتوكوندريا





في صورة روابط فوسفاتية غنية بالطاقة مثل الـ ATP ونظرا لاحتواء الميتوكوندريا علي DNA فان لها القدرة علي الانقسام دون الاعتماد علي النواة.

### البلاستيدات

البلاستيدات هي عضيات مميزة للنبات وهي عادة مستديرة او بيضيه او قرصية الشكل قطرها حوالي 4-6 ميكرون وتحاط بغشاء مزدوج وبداخلها حشوة تحاط البلاستيدات بغشاء مزدوج يسمى الغلاف Envelope مع تراكيب أخرى في الحشوة او الاستروما Stroma تسمى الجرانات وهي علي شكل أقراص وتتكون من 5-50 من الأكياس المفلطحة وهي التي تحوي الكلوروفيلات والبلاستيدات تحوي عادة DNA و RNA ولهذا فهي يمكن ان تتكاثر مستقلة عن انقسام الخلية ويعتقد انها تنشأ من البلاستيدات الأولية.

: وهي البلاستيدات الأولية وهي التي تنمو Proplastids تنقسم البلاستيدات الي عدة اشكال: وتكون البلاستيدات .

: وهي البلاستيدات عديمة اللون لا تحتوى على الكلوروفيل والكاروتينويدات. Leucoplastids وتنتج بروتينات وزيوت ويمكنها ان تخضر اذا تعرضت للضوء .

وهي بلاستيدات تحوي صبغات الكلوروفيلات والكاروتينويدات وتظهر بلون Chloroplasts اخضر لتغلب لون الكلوروفيل ولزيادة تركيزه وتقوم بالتمثيل الضوئي.

: وتحتوي فقط علي صبغات الكاروتينويدات. وظيفتها لازالت مبهمة ولكنها Chromoplasts : مسؤولة عن تلون أوراق الخريف والأزهار والثمار الناضجة حيث تتراكم بها الكاروتينويدات والصبغات الأخرى كما في الطماطم .

: وهي البلاستيدات النشوية وهي تلعب دورا هاما في تمثيل النشا في خلايا Amyloplastids أعضاء معينة مثل درنات البطاطس واندوسبيرم حبوب الذرة .

الريبوزومات: توجد الريبوزومات في الخلية اما بمصاحبة الشبكة الاندوبلازمية او حرة في السيتوبلازم او في الميتوكوندريا او البلاستيدات ويتراوح قطرها بين 0.1 – 0.3 ميكرون وتحتوي علي 50-60 % حمض RNA و 40 – 50 % بروتين اي انها عبارة عن تجمع من جزيئات الـ RNA والبروتين ويطلق علي الـ RNA المشترك في بناء الريبوزوم بـ RNA الريبوزومي (r-RNA) وتوجد الريبوزومات عادة في مجاميع عنقودية او في شكل سبحي او





عديدات الريبوزومات Polyribosomes وهي الاماكن النشطة لتمثيل الببتيدات عندما ترتبط بالـ RNA الرسول او (RNA-m)

### الفجوات Vacuoles

هي عبارة عن مساحة محاطة بغشاء مملوءة بسائل مائي او عصير خلوي Cell sap وتوجد الفجوات العصارية مبعثرة في السيتوبلازم في الخلايا الحديثة الميرستيمية حيث تمتلئ الخلية بالسيتوبلازم الكثيف وعند نضج الخلية تتجمع هذه الفجوات مع بعضها لتكون فجوة واحدة كبيرة في وسط الخلية وتكون محاطة بغشاء هو جزء من الغشاء البلازمي الداخلي Tonoplast وهو غشاء اختياري النفاذية وتدفع الفجوة عند تجمعها من الفجوات الصغيرة السيتوبلازم ليلصق الجدار كطبقة رقيقة ومن وظائف الفجوة المحافظة علي استمرارية ضغط الامتلاء Turger pressure للخلية وهو هام جدا للتركيب الدعامي وللتحكم في حركة الماء. كما أن من مهام الفجوة تخزين المواد الأساسية اللازمة للنشاط التمثيلي للخلية وتخزين منتجات التمثيل الثانوية والمركبات الدفاعية للخلية والسامة وهكذا يحتوي العصير علي مواد كالكسريات والأحماض العضوية والأملاح المعدنية والغازات والصبغات والقلويدات والدهون والتانينات وأحيانا البللورات وعادة يكون الـ pH للعصير الخلوي حامضيا الا انه في بعض الاحيان قد يتراوح بين 1 – 11 حسب مكوناته. ولهذا فدراسة غير سهلة من الناحية السيتولوجية والكيموحيوية. والغشاء المحيط بالفجوة Tonoplast غير المزدوج يلعب دورا هاما في النشاط الكيميائي للخلية مثل تراكم أيونات الهيدروجين وتخزين المواد السامة والسماح بعبور بعض المواد في اتجاه واحد (من الخلية للفجوة). ووجود الصبغات بالفجوة مثل الانثوسيانين والذي يلون عديد من الأزهار والثمار والأوراق. وبسبب تغيره في اللون حسب الـ pH استعمل كدليل لدرجة الحموضة (مثل صبغة عباد الشمس)

### الأنابيب الدقيقة Microtubules

هي تراكيب مستطيلة مجوفة لا غشائية قطرها 10-20 انجستروم وهي تعتبر جزيئات كبيرة بروتينية ويسمى البروتين B – tubulin ، ويمكن تسميته بروتين أنبوبي حيث توجد متلاصقة مع سنتروميير الكروموسومات والخيوط المغزلية خلال الانقسام الميتوزي. وتشارك في انفصال وهجرة الكروموسومات المتماثلة لقطبي الخلية كما تساعد في تكوين الجدار الخلوي. كما تعتبر تحت تراكيب للاسواط والفلاجلات والأهداب في الخلايا النباتية ذاتية الحركة.

### الأجسام الدقيقة Micro bodies



وهي الجليوكسيسومات والبيروكسيسومات والاسفيروزومات ، تلك الجسيمات يطلق عليها الأجسام الدقيقة وقطرها 1-2 انجستروم يحيط بها غشاء فردي وهي لا تشابه البلاستيدات او الميتوكوندريا حيث لا يشاهد بها اي تراكيب غشائية الا انها تحتوي علي بروتينات داخلية كثيفة جدا . وتوجد الجليوكسيسومات في انسجة البذور الزيتية حيث يتحول الدهن الي كربوهيدرات وتلك العملية يصاحبها أنزيمات دورة الجليوكسلات وتوجد كلها في الجليوكسيسومات . اما البيروكسيسومات فهي تشابه مظهرها الجليوكسيسومات وتحتوي علي عدد من نفس أنزيماتها ولها دور في تمثيل الجليكولات المنتجة بواسطة البلاستيدات الخضراء وتبين الملاحظات ان البيروكسيسومات تصاحب عملية التمثيل الضوئي في بعض النباتات . والاسفيروزومات اي الأجسام الكروية ما هي الا أجسام صغيرة او جسيمات تحتوي علي أنزيمات مثل أنزيمات Hydrolases وأنزيمات تحليل مائي أخرى مثل الـ Proteases (أنزيمات تحليل البروتينات ) و Ribonucleases ( أنزيمات تحليل أل أحماض النووية) وأنزيمات الفسفرة والاسترة ويبدو ان وظيفتها في الخلية هو تخزين وانتقال الليبيدات

## النواة Nucleus

اكتشفت النواة سنة 1835 بواسطة العالم Robert Brown ومنذ ذلك الحين نالت كما هائلا من البحوث لدراسة دورها المؤثر المتحكم في التوريث والنشاط الخلوي . فالنواة تتحكم وتدير تمثيل جميع البروتينات التي تتضمن الأنزيمات التي تساعد علي معظم ان لم يكن جميع التفاعلات التمثيلية في الخلية . والنواة في الخلية الصغيرة عبارة عن جسم كروي منغمس في السيتوبلازم . وفي الخلية الناضجة تسكن النواة في أحد جوانب الخلية بتأثير تكون الفجوة العصارية . وقطر النواة 5 – 10 ميكرون وتحاط النواة بغشاء مزدوج يعرف بالغلاف النووي Nuclear envelope وهو متصل بالشبكة الاندوبلازمية كما يحوي هذا الغلاف مسام او ثقب Pores ويظهر اتصال بين السيتوبلازم والعصير النووي . والعصير النووي يتركب من طورين احدهما تركيبى شبكى الشكل من خيوط تسمى كروماتين والذي يتكون من DNA والبروتينات . والطور غير التركيبى يبدو كمواد حبيبية وتسمى العصير النووي Nuclear sap وتوجد في النواة كميات جوهريه أساسية من الـ DNA و الـ RNA والليبيدات والفوسفوليبيدات وبروتين معين يسمى هستون بالإضافة لبعض الأنزيمات

وفي الطور التمهيدى لانقسام الخلايا تحتوي النواة علي واحدة او اكثر من النويات Nucleolus حسب النوع النباتي

## شكل الخلية Cell Shape



من المعلوم ان الكائنات الحية جميعها تبدأ من خلية واحدة وانها تتكون من بروتوبلازم وهو الاسم الذي يطلق علي كل المحتوي الحي للخلية وهو عبارة عن سائل لزج يحاط بغشاء مرن . وبالنظر لهذه الاعتبارات نجد ان شكل الخلية سيكون كروي وذلك نتيجة للتوتر السطحي خاصة بالنسبة للخلايا الحرة ، وفعلا نجد ان كثيرا من خلايا البكتيريا والخمائر والطحالب وحيدة الخلية تكون كروية الشكل ولكن يلاحظ ان بعض البكتيريا تأخذ الشكل العصوي كذلك فان الاميبا ليس لها شكل محدد

ولا يجب إغفال تأثير العوامل الخارجية الميكانيكية في شكل الخلايا لأن وظيفة الخلية قد تحدد شكلها مثل خلايا الدم الحمراء في الإنسان التي تبدو كروية من كل من السطح العلوي والسفلي بينما تبدو مسطحة ومقعرة من الشكل الجانبي . وهذا الشكل يناسب وظيفتها في تبادل الغازات في الرئة والأنسجة . وبالنسبة للنبات يختلف شكل الخلايا علي حسب شكل العضو وكذلك نشاط الخلية نفسها مثل خلايا الأوراق والجذور والخلايا الحارسة للثغور والشعيرات حيث يختلف شكل كل خلية علي حسب وظيفتها ويتلائم معها تماما . وبالنسبة لخلايا النبات والحيوان يلاحظ ان خلايا الحيوان تهيأ احيانا للحركة بينما في النبات لا . كذلك توجد في الحيوان خلايا عضلات واعصاب وعظام واخراج وهضم

### حجم الخلية Cell Size

اصغر حجم للخلايا يوجد في البكتيريا التي يتراوح قطرها بين 0.2 - 0.5 ميكرون بينما اكبرها بيضة النعامة التي يصل قطرها الي 15 سم . ويتحكم في اكبر حجم للخلايا العوامل عديد من العوامل مثل نسبة النواة الي السيتوبلازم فمن المعروف ان النواة تنظم نمو ووظيفة السيتوبلازم وبقاء الخلية ككل فبالرغم من ان الخلية يمكنها أن تعيش قليلا بدون نواة إلا إنها تبدو في هذه الحالة بدون عقل مدبر ينظم لها وظائفها ومن جهة أخرى لأن النواة تنتج وسائل بناء البروتين فلهذا فهي تحدد كمية السيتوبلازم التي يمكن ان تتحكم فيه . وهناك بعض الخلايا التي تحوي اكثر من نواة مثل طحلب النوستوك كما يتحكم في الحجم النسبة بين حجم الخلية ومساحة سطحها ولسطح الخلية اهمية في التحكم في مرور السوائل منها واليها وكذلك الغازات والغذاء . ونظرا لأن مساحة السطح تزيد بمربع زيادة القطر بينما يزداد الحجم بمكعب هذه الزيادة فان حجم الخلية يتوقف علي مقدرة سطحها علي امداد الخلية بما تحتاجه لعمليات التمثيل بها . والخلية النباتية تواجه هذه المشكلة لوجود الفجوة العصارية بها . وهناك عامل آخر وهو حركة السيتوبلازم والتي يجب ان تكون انشط في الخلايا الكبيرة . كما يتحكم في الحجم معدل نشاط الخلية في التمثيل فمعدل تبادل المواد في الخلايا الصغيرة اكبر منة في الخلايا



الكبيرة وذلك خلال سطحها وبالتالي فأنه يلزم أن تكون الخلية في أقل حجم ممكن لكي تكون النسبة بين مساحة السطح والحجم ملائمة لعمليات الامتصاص. والآن السؤال ما هو الحجم الأمثل للخلية لكي تقوم بوظائفها بكفاءة؟؟ وواضح انه ليس لهذا السؤال إجابة محددة لأن أكبر قطر لخلية معروفة يصل الي 100 ميكرون واصغر قطر 0.1 ميكرون اي بنسبة 1 – 1000 مع العلم باننا استبعدنا الفيروسات بصرف النظر عن كونها خلايا ام لا حيث ان الطاقة اللازمة للفيروس تأتي من خارجة (من الخلايا التي يتطفل عليها).  
 الصفات المشتركة للحياة:

قبل ان نترك الكلام عن الخلية يجب ان نعلم السمات المشتركة للكائنات الحية والتي تمثلها الخلية النباتية التي نحن في صدد دراستها فنج ان اهم تلك الصفات هي :

1. الحركة
2. التكاثر
3. النمو
4. التمثيل الغذائي
5. الحساسية
6. التنظيم والتصغير

أجزاء النبات :

تقسم النباتات تبعاً لعمرها الفسيولوجي

الحوليات: Annuals أ -

وهي نباتات تستمر في الحياة لمدة حول أي عام أو أقل وفيه يكون النبات بمجموع خضري ثم تنتهي حياة النباتات الوصول إلى مرحلة الاثمار.

نباتات ذات حولين: Biennials ب -

وتستمر هذه النباتات لمدة حولين أو عامين ففي العام الأول تزرع البذور وتعطى نمو خضري وفي العام التالي تستكمل النباتات دورة حياتها وتعطى نمواً خضرياً ونمواً إنتاجياً وتنتهي حياتها بعد ذلك ومثال ذلك البصل وبجر السكر.

نباتات معمرة: Perennials ج -

وتشمل النباتات التي يمكنها أن تعيش أكثر من سنتين وتنقسم الى قسمين:

(1) نباتات عشبية معمرة: Herbaceous perennials





وهى النباتات التى تعيش أكثر من سنتين وسيقانها غضة غير متخشبة طرية وتعطى سنوياً نمواً خضرياً وانتاجياً وتموت أجزاؤها الخضرية أو الهوائية وذلك بسبب عدم ملائمة البيئة أو الظروف الطارئة الشديدة مثل ارتفاع درجة الحرارة أو سقوط الصقيع أو الجفاف. وغالباً ما يكون لهذه النباتات أنسجة مدفونة تحت سطح الأرض تحتوى على مواد غذائية مخزنة ومثال ذلك نبات الاسبرجس والبرباب.

## نباتات خشبية معمرة: Wool Perennials (2)

وغالبية هذا القسم لا تنتهى حياة النباتات بالاثمار بل يتجدد إثمارها سنوياً وهى النباتات التى تعيش أكثر من سنتين وسيقانها صلبة غير غضة مثل الأشجار والشجيرات والمتسلقات.

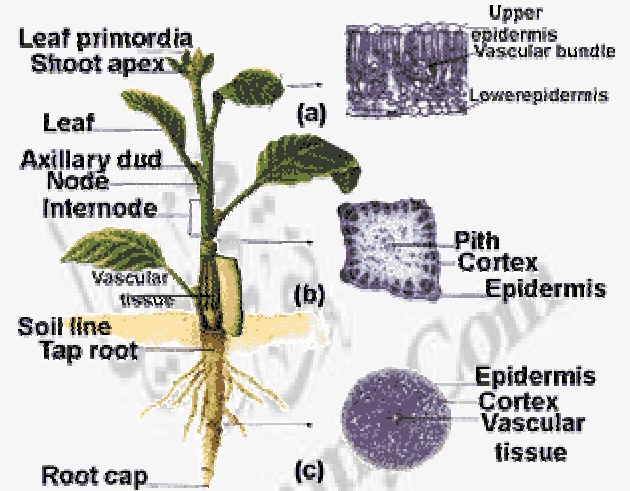
الأشجار Tress ولها ساق رئيسى مستديم غالباً ما يكون مستقيماً يحمل باقى المجموع الخضرى وكذلك الثمار.

الشجيرات Shrubs وهى أصغر حجماً من الأشجار وقد يكون لها ساق واحدة أو عدة سوق متصلة.

المتسلقات Vines وتتميز بأن سوقها متصلة ويمكنها أن تتسلق الأشجار والمباني والأسلاك وإذا لم يوجد دعامة تساعد على التسلق فإنها تزحف على الأرض وذلك لعدم مقدرة الساق على النمو فى اتجاه مستقيم رأسى.

وتوجد نباتات فى هذه الأقسام متدرجة فى صفاتها بين كل قسم والقسم الذى يليه وقد يتبع بعض النباتات أحد الأقسام فى بعض أطوار نموها على حين أنها تنتمى إلى أقسام أخرى فى أطوار ثانية من حياتها.

ويوجد قسم ثالث وهو قسم نباتات معراة البذور وذلك فى حالة اعتبار أشجار الصنوبر ضمن نباتات ذات القيمة الاقتصادية . ومثل ذلك صنوبر توريانا Pinus torre yana وصنوبر بينين Pinus Cembroies وكلاهما من نباتات معراة البذور. ويوجد العديد من النباتات تحت هذه الأقسام يؤدى أحيانا إلى الخلط فى صفاتها التشريحية



تركيب أجزاء النبات المختلفة من الضروري معرفتها لتفهم طبائع النمو الخضري والثماري وكذلك طرق إكثارها وتختلف النباتات طبقاً لطبيعة نموها وصفاتها التشريحية إلى الأجزاء الآتية:

المجموع الجذري أو المجموع الأرضي وتقسم إلى:

من حيث المنشأ:

1- جذور أصلية المنشأ وهي الجذور التي تنشئ أصلاً من جذير البذرة وتوجد هذه في النباتات المنزرعة بواسطة البذور أو المزروعة على أصول بذرية ولهذه النباتات جذر رئيسي وجذور جانبية وجذور ليفية.

2- جذور أصلية المنشأ وهي الجذور التي تنشئ أصلاً من جذير البذرة وتوجد هذه في النباتات المنزرعة بواسطة البذور أو المزروعة على أصول بذرية ولهذه النباتات جذر رئيسي وجذور جانبية وجذور ليفية.



من حيث تسمية الجذور :



تسمى الجذور التي يبلغ قطرها أكثر من بوصة بالجذور الخشبية الرئيسية والجذور التي يقل قطرها عن بوصة تسمى بالجذور الشعرية والجذور التي تنحصر بين بوصة تسمى بالجذور الثانوية الخشبية

من حيث تسمية الجذور :

تسمى الجذور التي يبلغ قطرها أكثر من بوصة بالجذور الخشبية الرئيسية والجذور التي يقل قطرها عن بوصة تسمى بالجذور الشعرية والجذور التي تنحصر بين بوصة تسمى بالجذور الثانوية الخشبية

من حيث توزيع الجذور بالتربة:

(1) جذور تنتشر أفقياً وهى الجذور الموازية لسطح التربة وتنتشر عادة أفقياً فى طبقة تحت التربة فى حدود 40 : 50 سم.

(2) جذور متعمقة وهى تتعمق الى أسفل فى التربة وقد تصل إلى عدة أمتار على حسب مستوى الماء الأرضى ووظيفتها تثبيت النبات فى التربة والامتصاص أيضاً

من حيث توزيع الجذور بالتربة:

(1) جذور تنتشر أفقياً وهى الجذور الموازية لسطح التربة وتنتشر عادة أفقياً فى طبقة تحت التربة فى حدود 40 : 50 سم.

(2) جذور متعمقة وهى تتعمق الى أسفل فى التربة وقد تصل إلى عدة أمتار على حسب مستوى الماء الأرضى ووظيفتها تثبيت النبات فى التربة والامتصاص أيضاً



المجموع الهوائي أو المجموع الخضري



وهى أجزاء النبات الموجودة فوق سطح التربة وتتكون نباتياً من المجموع الخضرى. ويشمل الساق والأفرع والبراعم والأوراق بالإضافة إلى الأزهار والثمار.

الساق:

وتختلف الساق عن الجذر فى وجود العقد وهى الأماكن التى تظهر فيها البراعم سواء كانت ورقية أو زهرية والمسافة بين كل عقدتين تسمى سلامية وتمتاز سوق نباتات الفاكهة (ذات الفلقتين) بأنها صلبة وتزداد فى السمك بتقدم العمر ولايصبح لونها أخضر والنباتات التى تتميز بهذه السوق قد تكون أشجار Trees إذا كانت كبيرة الحجم ويوجد بقاعدتها ساق رئيسية واحدة وتعرف فى هذه الحالة بالجذع Trunk أو تكون شجيرات Shrubs وتصغر عن السابقة فى الحجم وقد يوجد عند قاعدتها ساق واحدة أو عدة سيقان ومتساوية تقريباً فى السمك. ويختلف تركيب ساق نبات الفلقة الواحدة عن ذات الفلقتين فى خلوه من الكامبيوم وينتج عن ذلك أن ساق النخلة (جذوعها) يكون اسطوانياً ولايزيد فى السمك بمرور السنين ولكن يزداد طولها وذلك بواسطة البرعم الطرفى الوحيد (الجمارة) وهو عبارة عن مجموعة من الخلايا المرستيمية الموجودة فى قمة ساق النخلة ويبلغ نموها فى السنة حوالى 12-18 بوصة وتنمو الأوراق (الجريد) من مجموعة الخلايا المرستيمية الموجودة فى قاعدة البرعم الطرفى ويلاحظ أن ساق النخيل لا تتفرع ولكن يحدث فى الدوم. حيث تنقسم القمة النامية أو البرعم الطرفى الى قسمين ثم يتكرر ذلك على فترات معينة (كل 4 سنوات) وتعرف هذه الطريقة بالتفرع القمى Apical branching أو التفرع الثانى الشعبة. وتتحور الساق فى نبات الموز (ذات الفلقة الواحدة) الى قلنسية التى تسمى نباتياً بالكورمة وهى موجودة تحت سطح الأرض وتحتوى على مواد غذائية تساعد على تكوين باقى أعضاء النبات وكذلك تفيد فى تكوين الخلفات التى تنمو من براعم على هذه القلنسة وتعتبر ساق نبات الموز الموجودة فوق سطح الأرض وعلى شكل اسطوانة ساق كاذبة عبارة عن التفاف قواعد الأوراق وذلك لكى تحمى بداخلها الأوراق الحديثة والعنقود الزهرى وعلى ذلك يعتبر نبات الموز من أكبر النباتات الأرضية التى ليس لها ساق خشبية فوق سطح التربة وعلى ذلك اختلفت تقسيمات الفاكهة المختلفة فى وضع نبات الموز بالنسبة للتقسيم سواء وضعه مع الأشجار أو الشجيرات أو الأعشاب المعمرة أو النباتات الحولية ونبات الموز لا يثمر إلا مرة واحدة يعطى فيها سوباطة واحدة يعقبها موت المجموع الخضرى. لذلك يحبذ بعض العلماء وضعه تحت الأعشاب المعمرة Perennials والتى لها فترة طويلة من النمو الخضرى يليها فترة قصيرة من النمو الثمرى وبعدها موت النبات.





وتوجد عدة تحورات في سيقان النباتات، أهمها السوق المتورقة أو السوق المخزنة الموجودة في التين الشوكي حيث تظهر السوق على هيئة ألواح مبططة وتوجد على تلك الألواح العقد على هيئة انتفاخات أو وسائد مرتبة في نظام حلزوني يظهر على هيئة صفوف طويلة مائلة متصلة وتحمل هذه الانتفاخات أوراق جلدية سريعة التساقط يخرج من اباطها أشواك تعتبر أوراق متحورة وقد تتحول الساق الى أشواك كما في بعض أصناف الموالح أو تتحول إلى محاليق كما في العنب لتساعده على التسلق وتعتبر أمكنة لتخزين الغذاء كما في الموز (كورقة الموز) أو الساق المتشحمة في التين الشوكي وقد توجد السوق تحت سطح الأرض كما في الكورمات (الموز) والدرنات (البطاطس) والابصال والريزومات كما تشير إلى منطقة الالتحام بين الأصل والطعم أسفل الجذع وذلك بالقرب من سطح الأرض. ويمكن مشاهدة مدى التفاوت بين سمك كل منهما وتنمو الساق رأسية لأعلى مستقيمة وتتفرع إلى عدة أفرع وتسمى الأفرع التي تشكل أو تكون الهيكل الأساسي للشجرة بالأفرع الرئيسية Main Branches وهي التي تحمل عليها النموات المختلفة.

#### النموات الحديثة:

وهي نموات جديدة أو أفرع حديثة تحمل الأوراق الجديدة وهي نموات عمرها أقل من سنة وقد يطلق عليها (أفرخ وفردا فرخ)..

#### نموات مسنة :

وهي عبارة عن النموات الحديثة بعد تقدمها في العمر أي هي نموات عمرها أكثر من سنة وقد يطلق عليها (علوج) وتعتبر النموات الحديثة نموات مسنة في الأشجار المتساقطة الأوراق عند نهاية موسم تساقط الأوراق أما في الأشجار المستديمة الخضرة فتعتبر النموات الحديثة نموات مسنة عندما تحمل ثماراً.

ويقوم الساق والأفرع بإنتاج وحمل الأوراق والأزهار والثمار كما تقوم بتوصيل العصارة الممتصة النينة من المجموع الجذري إلى أماكن البناء بالأوراق وتقوم أيضاً بتوصيل الأغذية المجهزة من الأوراق إلى أنسجة النبات المختلفة وكذلك إلى الجذور كما يجرى تخزين المواد الغذائية بأنسجتها لحين الاحتياج إليها وأهم هذه المواد هي النشا والسكريز ونسبة قليلة من البروتينات والدهون الثانويات... الخ وعلاوة على ماسبق تقوم بدور هام في عملية التكاثر الخضري في أشجار الفاكهة وذلك بواسطة العقل الساقية Stem cuttings وتسمى هذه العقل



فى حالة أخذها من نموات حديثة Soft or green Cuttings وفى حالة أخذها من نموات مسنة Hard Wood Cutting.

الأفراخ المائية:

وهى عبارة عن نموات جانبية تأخذ وضعها رأسياً نتيجة قوة وسرعة استطالتها وهى تخرج من براعم ساكنة أو عرضية موجودة على الأفرع الرئيسية أو فى المنطقة العليا بالجذع ويكثر وجودها فى الليمون الأضاليا والليمون الحلو وعادة تظهر عند إجراء تقليم للأشجار أو إضافة كميات كبيرة من الأسمدة.

السرطانات: وهى عبارة عن نموات خضرية حديثة (أفرخ) تنمو من براعم عرضية على جذع النبات وبالقرب من سطح الأرض، وفى الأشجار المطعومة قد تظهر السرطانات أسفل منطقة التطعيم أو بالقرب من منطقة جذور وفى بعض الأحيان قد تخرج هذه السرطانات جذوراً من أسفل مع بقائها ملتصقة بالأم وفى هذه الحالة تسمى بالخف وتستخدم السرطانات فى التكاثر الخضرى وذلك بازالتها مع قطعة من ساق الأصل (الأم) ويسمى هذه الجزء بالكعب.

الدوابر الثمرية:

وهى عبارة عن أفرع أو نموات قصيرة تنمو عمودية تقريباً على الأفرع طولها حوالى من 1 إلى 7 سم وقد تظل دائماً قزمية وهى متخصصة فى حمل الأزهار والثمار فى بعض أنواع الفاكهة ولقصر هذه النموات تكون عقدها كبيرة متقاربة وسلامياتها قصيرة جداً وقد تكون هذه النموات حديثة أو نموات مسنة وأثناء موسم النمو تحمل أحياناً فى قممتها مجموعة من الأوراق وعلى الجانبين تحمل الثمار ومثال ذلك الدابرة الثمرية فى البرقوق وعلى ذلك تكون هذه الثمرات أو الفرع ذات تفرع صادق فى المحور وقد تنتهى الدابرة الثمرية ببرعم زهرى كما فى التفاح والكمثرى وعلى ذلك يكون تفرعها كاذب المحور. ويلاحظ هذه التعبيرات تتغير فى نبات العنب.

الساق الأصلية: ويطلق على جزء العقلة الذى يظهر فوق سطح الأرض بعد زراعتها وتكون الساق الرئيسية هى التى تحمل الأذرع والفروع الثمرية.

الأذرع Arms: وهى الأفرع الرئيسية ويكون عمرها أكثر من سنتين.

القصبات Canes: وهى أفرع أو نموات العام السابق وقد تحمل على الأفرع الرئيسية وتحمل القصبات أزهار أو عيون والفرق بين الزر والعين هو أن الأخير عبارة عن ذر مركب



يتكون من ثلاثة براعم ويسمى البرعم أو الزر الأصلي والزرين الجانبين بالزرين الثانويين وفي العادة الزرين الجانبيين لا يعطيان أفرع تحمل ثماراً بينما الزر الأصلي يعطى غالباً فرعاً يحمل ثماراً.

الأفرع الحديثة أو الأفرخ Shoots: وهي عبارة عن نموات حديثة غضة عمرها أقل من سنة وهي التي تتكون منها القصبات بعد سقوط أوراقها في العام التالي.

الدابرة: Spur وهي ترمز إلى القصبية بعد تقصيرها إلى الجزء القاعدي الذي يحمل عدداً قليلاً من العيون وتنقسم الدابرة إلى:

دابرة ثمرية: وهي عبارة عن قصبية مقصرة تحمل عدداً من العيون التي تخصص لحمل الثمار.

دابرة تجديرية وهي عبارة عن قصبية مقصرة تحمل عيين وتترك الدوابر التجديرية للحصول على قصبات للعام القادم.

دابرة استبدالية وهي عبارة عن دابرة قصيرة تحمل عيين.

### الأوراق:

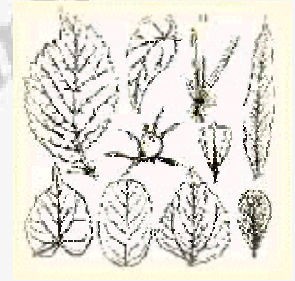
وهي إحدى الأعضاء الهامة في النبات وتستخدم في تكوين الغذاء عن طريق عملية التمثيل الضوئي. كما تستخدم في التنفس والنتح اللذان يساعدان في إيجاد قوة شد هائلة داخل الأوعية الناقلة للحاء في النبات وتسبب في معظم الأحيان دخول كميات كبيرة من الماء من التربة إلى الشعيرات الجذرية كما تساعد على خفض حرارة الجو حول النباتات نتيجة لعملية النتح وتقلل من إصابة الثمار بلفحة الشمس نتيجة تضليلها ولو أنه في بعض الأحيان يقل تلوين الثمار نتيجة لقلة الضوء المار إليها وتختلف عمر الأوراق تبعاً لنوعها فيتراوح عمر الورقة في أشجار الفاكهة المتساقطة الأوراق أقل من سنة حيث تسقط أوراقها دفعة واحدة مرة كل سنة. بينما تبقى الأوراق على الأشجار المستديمة الخضرة لمدة تمتد من سنة إلى خمس سنوات وهي لا تسقط أوراقها في وقت واحد بل تدريجياً على فترات. وتحتوي الورقة الكاملة على:

(أ) عنق الورقة Petiol: وهو الذي يحمل النصل بعيداً عن الساق وقد يتورق العنق فيصبح مجنحاً كما في الموالح وخاصة الليمون الهندي والنارنج.

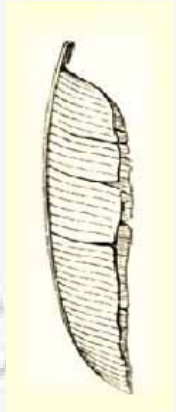




(ب) النصل Blade: وهو الجزء الأساسي من الورقة ويظهر عادة منبسطة أخضر اللون والسطح العلوي للورقة يصبح أدكن لوناً مقارنة بالسطح السفلي وقد توجد شعيرات أو زغب يغطي السطح السفلي وتوجد أشكال كثيرة للنصل وتتوقف على شكل قمة النصل أو قاعدته وحافته وتعريقه وإذا كان نصل الورقة قطعة واحدة أو مفصلاً بحيث لا تنفصل عن بعضها أو عن العرق الوسطى للورقة فتعتبر الورقة بسيطة وإذا تكون النصل من عدة وريقات منفصلة سميت الورقة مركبة ويمكن التفريق بين الوريقات عن الورقة العادية بعدم وجود براعم في ابطنها وبوجودها في مستوى واحد تعتبر ورقة البكان مثال للورقة المركبة



ويلاحظ أن الجهاز الوعائي Vascular system في الورقة يكون شبكة دقيقة متفرعة من العروق ويختلف هذا التفرع في ذات الفلقتين عن نباتات ذات الفلقة الواحدة. ففي الأولى يكون التعريق شبكي وفي الثانية يكون التعريق متوازي عرضي كما في الموز



وقد تتحول الأوراق إلى:

- أوراق حرسية Scale Leaves : وهي عبارة عن أوراق صغيرة صلبة سميكة قرنية القوام وظيفتها وقاية البراعم في فصل الشتاء.





**القنابة Bracts:** وهى ورقة يخرج من ابطها زهرة أو مجموعة من الأزهار وقد تكون القنابة ملونة فتساعد على جذب الأنظار للأزهار وقد تكون القنابة متشحمة كما فى الخرشوف.

**الأوراق المحلاقية Tensrils:** وقد تتحول الورقة جميعها الى محلاق أو أجزاء منها بغرض التسلق.

**الأشواك Thorns :** ويرجع ظهور الأشواك على النباتات اما لتحول حدث فى الساق أو الأوراق أو أجزائها وقد يكون الغرض من ذلك التحوير هو حماية النبات نفسه من الحيوانات الضارة أو لتقليل النتج. وفيما يلى أمثلة لتحويلات الأشواك :

(أ) تحول الأفرع الى أشواك: مثل ما يحدث فى الرمان من تحول الأفرع الاسطوانية المرنة الى أشواك قصيرة تعتبر نتيجة لتحوير الأوراق القاعدية للبرعم الابطى.

(ب) تحول الأوراق الى أشواك: وقد يحدث هذا التحول فى الورقة الكاملة كما فى الأشواك الكبيرة للتين الشوكى أو يحدث التحول لبعض الوريقات فى الورقة المركبة كما فى نخيل البلح (ذات فلكة واحدة) أو تتحول الاذانات الى أشواك صغيرة توجد على جانبي قواعد الأوراق كما فى العنب. أو قد تتحول الورقة الى أشواك رفيعة فتكون حافتها شوكية مثل بعض أصناف الاناناس ولو أنه توجد بعض الأصناف أوراقها عديمة الأشواك ملساء

**البراعم :**

البراعم هى مبادئ تكوين نموات خضرية أو زهرية أو هى نموات خضرية أو زهرية فى حالة نشأته. وتنقسم إلى:

(1) براعم خضرية أو براعم ورقية Leaf buds: وتحتوى على مبادئ تكوين نموات خضرية فقط وهى عبارة عن أفرع فى حالة بدائية عليها مبادئ أوراق فى اباط مبادئ البراعم.

(2) براعم زهرية أو مثمرة Simple Flower buds: وهى البراعم التى تتكون من الأزهار وتنقسم:

(أ) براعم زهرية بسيطة Simple flower buds: تحتوى على مبادئ تكوين أزهار فقط وينتج عن تفتحها أزهار فقط سواء زهرة واحدة أو أكثر (نورة) كما فى الخوخ والبرقوق واللوز والمشمش والبلكان.



براعم زهرية مختلطة **Mixed flower buds**: تحتوى على مبادئ تكوين أزهار (ب) وأوراق معا وينتج عن تفتحها نمو خضرى يحمل أوراق وأزهار وقد يكون وضع الأزهار طرفى أو جانبى عليه ومن أمثلتها الكمثرى والسفرجل والتفاح هذا ولايسهل تمييز البراعم الزهرية عن الخضرية فى الأشجار المستديمة أو المتساقطة الأوراق (ماعدا) العنب فيسهل التمييز بكبر البرعم الزهرى نسبياً وقمته المنتفخة بينما البرعم الخضرى حجمه أصغر وقمته مدببة.

براعم مركبة **Compound buds**: والمثل لها العين فى حالة العنب المتكونة من ثلاثة (ج) براعم كما ذكرنا. وقد تنقسم البراعم حسب موضعها كما يلى:-

البرعم الطرفى أو القمى **Terminal of apical buds**: ويوجد فى قمة السوق أو (1) الأفرع.

البرعم الابطى أو الجانبى **Axillary or lateral buds**: وهى الذى يوجد على جانب (2) الساق أو الفرع ويخرج من آباط الأوراق فى أماكن العقد وقد يوجد أكثر من برعم فى ابط الورقة وتعرف باسم البراعم الاضافية **essary budsAcc**. وتكون أصغر حجماً وأقل عمراً من البراعم الابطى وقد تسمى هذه البراعم بالبراعم الثانوية ويطلق اسم البرعم الرئيسى على البرعم الابطى الأول.

البرعم العرضى **Adventitions buds**: وتظهر هذه البراعم فى أى مكان بالنبات ماعدا (3) القمة النامية للساق أو الأفرع وكذلك آباط الأوراق ويتكون أيضاً أسفل السطوح المقطوعة من الأفرع أو على السلاميات أو أنصال الأوراق وكذلك على الجذور وأحياناً من كالوس الجروح

الزهرة والعلاقة بين طبيعة النمو وموضع البراعم الزهرية:

ترتبط طبيعة نمو الأشجار الى حد ما بطريقة حملها للثمار والأزهار فيكون النمو عادة محدوداً بصفة عامة فى الأنواع التى تحمل فيها البراعم الزهرية طرفياً على الأفرع. إذ يبدو أن الحمل الطرفى يشجع التفريغ الجانبى من الجزء القاعدى للأفرع أكثر منه بجوار الأشجار أو العناقيد الزهرية وبذلك تصبح الأشجار مزدحمة ونموها محدود عنه فى الأشجار التى تحمل فيها البراعم الزهرية جانبياً كما تكون طبيعة النمو فى الأشجار التى تحمل فيها البراعم الزهرية على أفرع قصيرة أو دواير سواء طرفياً كالتفاح أو جانبياً كالكريز أكثر ازدحاماً عنها فى الشجار التى تحمل فيها البراعم الزهرية جانبياً على أفرع طويلة كالخوخ والعنب مثلاً، كما يقل فيها أيضاً ظهور مشكلة امتداد السطح الحامل للثمار عن قلب الشجرة وتؤدى حالة وجود البراعم الزهرية



جانبياً على أفرع طويلة الى وجود تباين في طبيعة النمو بصفة عامة حيث يتوقف ذلك على وجود هذه البراعم على الجزء القاعدي أو الوسطي أو الطرفي من الأفرع لذلك يلجأ المزارع الى التقليم القصير أو المتوسط أو الطويل تبعاً للحالة الموجودة في الصنف وهذه الحالة يجب معرفتها بالنسبة لأصناف العنب المختلفة كما سيأتى ذكره في باب التقليم:

وقد قام جارنتور بتقسيم النباتات إلى ست أقسام رئيسية بالنسبة لأماكن وأنواع تلك البراعم الزهرية:

براعم زهرية طرفية وبراعم زهرية جانبية بسيطة تحتوى على أجزاء زهرية فقط.

البرعم الزهرى طرفى يحتوى على أجزاء زهرية فقط وتتفتح عن أزهار فقط مثل: المانجو- البشملة.

البراعم الزهرية جانبية تحتوى أجزاء زهرية فقط وتتفتح عن أزهار فقط مثل: الخوخ، المشمش، اللوز، البرقوق، الموالح، البكان (النورات المذكرة) الجوز (النورات المذكرة)، جوز الهند. مختلطة والشمراخ الزهرى جانبى

البراعم الزهرية طرفية وتتفتح عن نمو خضرى يحمل الأزهار أو العناقيد الزهرية جانبياً فى آباط أوراق مثل: الجوافة، والزيتون جزء من المحصول.

البراعم الزهرية جانبية تتفتح عن أفرع خضرية توجد فى آباط أوراقها الأزهار أو العناقيد الزهرية: الكاكي، والتوت، وأبو فروة، والتين، والزبدية، والزيتون (جزء من المحصول). مختلطة والشمراخ طرفى البراعم الزهرية طرفية وتتفتح عن نمو خضرى ينتهى طرفياً بالأزهار مثل: التفاح (معظم المحصول)، والكمثرى (معظم المحصول)، والسفرجل (النورات المؤنثة)، والبكان (النورات المؤنثة).

البراعم الزهرية جانبية تتفتح عن أفرع خضرية تحمل الأزهار طرفياً عليها مثل: العنب والبلوبرى والراسبرى، والقشطة، والتفاح (أحياناً)، والكمثرى (أحياناً)، والبندق.

موعد بدء تمييز البراعم فى أنواع الفاكهة المختلفة:

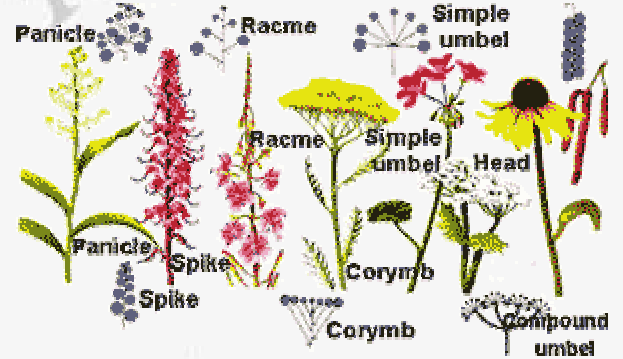
يختلف موعد بدء تمييز البراعم الزهرية باختلاف أنواع الاشجار. والفكرة السائدة أن البراعم الزهرية للفاكهة المتساقطة الأوراق تبدأ فى التمييز والتكوين فى الموسم السابق لموسم تفتحها



أما الفاكهة المستديمة الخضرة فيبدأ تكوينها في نفس موسم تفتحها إلا أن هذه القاعدة ليست ثابتة. فاللوز مثلاً في أغسطس وإلى سبتمبر، والمانجو في مارس، التفاح في نصف يونية، المشمش في أوائل أغسطس، الخوخ في أواخر يوليو، الكمثرى في يونيو ويوليو، البرقوق في يوليو إلى أوائل أغسطس.

### الزهرة:

الزهرة بحمل المحيطات الأساسية والغير أساسية الخاصة بالتكاثر تختص وانتاج ثمار وبذور لحفظ النوع بعد ذلك، وتختلف الأزهار في الجنس حيث الحجم مثلاً فتوجد أزهار كبيرة الحجم مثل زهرة من النباتات المختلفة لأزهار صغيرة في تزيين الحدائق أو تستخدم الرمان والحمراء اللون التي وجود الأعناق فتوجد أزهار ذات تختلف الحجم مثل أزهار العنب والمانجو. وقد الأزهار مفردة أو توجد أعناق (معقاة) وأخرى بدون عنق (جالسة). وقد



تختلف الأزهار من حيث إحتوائها على الأعضاء الجنسية فتوجد الأزهار الخنثى والأزهار المذكرة والأزهار المؤنثة مثل. وتتكون الزهرة من الآتى:

### المحيطات الغير أساسية: (1)

#### الكأس: Calyx - أ -

وهو المحور الخارجى للأزهار واحد وريقاته تسمى سبلة وهى عادة خضراء اللون تحمى أجزاء الزهرة قبل التفتح وقد تكون لحمية ثم تتخشب كما فى الرمان.

وتتكون القشرة السمكية الجلدية للثمرة من الكأس الملتحم السبلات الذى ينمو بداخله المبيض.





## التويج: Corolla ب-

وهو المحيط الذى يلي الكأس للداخل واحد وريقاته تسمى بتلة وغالبا ما يكون ملونا لجذب الحشرات للمساعدة فى التلقيح.

المحيطات الأساسية وهى: (2)

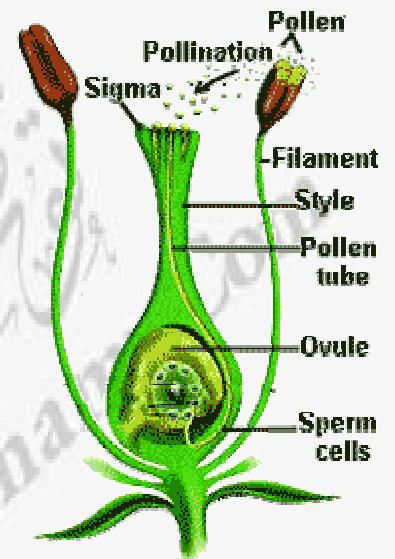
## الطلع: Androecium أ-

وحداته هى الأسدية entSram وتتكون السداة من خيط طويل يحمل المتك ويتكون غالباً من فصين بكل فص كيسين لقاحين يتكون بداخلها حبوب اللقاح.

## المتاع: Gynoccium ب-

وهو المحيط الأخير فى الزهرة للداخل وتخصص أساساً لتكوين وحمل البويضات ووحداته تعرف بالكربلة وهى تتركب من المبيض.

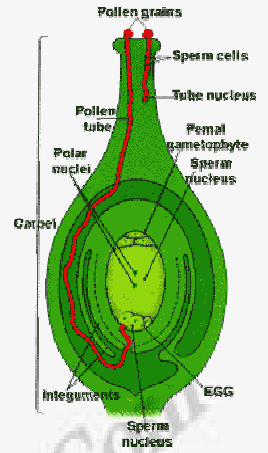
وتتكون بداخله البويضات التى تنتج البذور ثم ينتهى المبيض بجسم اسطوانى رفيع يعرف بالقلم ويوجد فى قمته الميسم الذى يكون وبرياً أو أملس لزجاً لاقتناص حبوب اللقاح.





## التلقيح والاختصاص وتكوين الثمرة

يتوقف تكوين الثمار والبذور على حدوث عمليتي التلقيح والاختصاص والتي هي عبارة عن اتحاد الجاميطات المذكرة Sperms والناجمة عن إنبات حبوب اللقاح بالجاميطات المؤنثة أو البويضات Eggs الموجودة في مبيض الزهرة. وحيث أن البويضات توجد دائماً داخل المبيض لذلك يجب أن تنتقل إليها الجاميطات المذكرة وتسمى عملية الانتقال هذه بعملية التلقيح. أما عملية الاختصاص فتبدئ عندما تصل الأنبوبة اللقاحية الى نسيج البويضة وتدخل الأنبوبة اللقاحية الى فجوة المبيض حاملة الجاميطات المذكرة التي تندمج أو تتحد مع الجاميطات المؤنثة وعملية الاندماج هذه تعرف بالاختصاص والتي بواسطتها يتكون الجنين. ومن ذلك نرى أنه توجد مدة من الزمن من ابتداء إنبات حبة اللقاح واختراقها نسيج الميسم حتى عملية الاختصاص وهذه المدة تختلف طولاً في النباتات تبعاً لسرعة سير الأنبوبة اللقاحية أو بطئها فقد تبلغ يومين أو ثلاثة أيام أو أكثر في عدد كبير من النباتات وقد تمتد هذه المدة فتبلغ 11 شهراً كما في بعض أنواع البلوط أو تصل إلى سنتين كما في الصنوبر .



وعادة يتم التلقيح أو انتقال حبوب اللقاح الى مياسم الكرابل بالملامسة وذلك عندما تكون المتوك والمياسم متجاورة الوضع وتنضج في وقت

واحد أو بالجاذبية وذلك في حالة ارتفاع متوك الأسدية عن المياسم وقد يحدث التلقيح بفعل الرياح أو الحشرات أو المياه أو الطيور أو الانسان.

ويوجد نوعان من التلقيح النباتات وهما:



## نباتات ذاتية التلقيح: 1-

وأزهار هذه النباتات كاملة وتسقط حبوب لقاح الأزهار على مياسم نفس الزهرة بمجرد انتشارها من المتوك قبل أو بمجرد تفتح الزهرة كما يعتبر سقوط حبوب لقاح على زهرة أخرى من نفس الشجرة تلقيحاً ذاتياً أيضاً وأهم نباتات الفاكهة التي تتلقح ذاتياً هي الزيتون والجوافة والبشملة ومعظم أنواع وأصناف الموالح وكذلك الرمان والمشمش وبعض أصناف الخوخ والعنب والكريز

## نباتات خلطية التلقيح: 2-

وتنتقل حبوب لقاح النبات الى مياسم ازهار نبات آخر ويحدث في الحالات الآتية:

(أ) النباتات الثنائية المنزل: أى تكون الأزهار المذكرة على نبات والأزهار المؤنثة على نبات آخر كما في حالة نخيل البلح أو الباباظ.

(ب) انتاج حبوب لقاح غير حية: وذلك كما يحدث في حالة صنف الخوخ Hale والذي لا يثمر إلا في وجود ملقحات لكى تعقد ثماره ومعظم أصناف الفاكهة ثلاثية التضاعف الكروموزومى مثل الليمون العجمى Pears Limon وهو عديم البذور ويرجع عدم تكوين البذور فيه لعقم حبوب اللقاح وتعقد ثماره بكرياً.

اختلاف ميعاد نضج أعضاء الزهرة الجنسية وتنقسم إلى قسمين: (جـ)

\* النباتات المبكرة الطلع وفيها تنضج حبوب اللقاح قبل استعداد المياسم لاستقبالها وتظهر هذه الحالة في بعض أصناف الجوز والبكان حيث أن نوراتها المذكرة تفتح قبل النورات المؤنثة.

\* النباتات المبكرة المتاع وفيها تنضج المياسم قبل نضج حبوب اللقاح كما في حالة القشدة.

(د) عدم الموافقة: وينتمى لهذا القسم مجموعتين من النباتات:

\* نباتات عديمة التوافق ذاتياً: Self Incompatability وفي هذه الحالة لا يوجد توافق بين حبوب اللقاح وبين البويضات في نفس الصنف على الرغم من أن هذه الحبوب اللقاحية يمكنها إخصاب بويضات ازهار صنف آخر وتظهر هذه الحالة في معظم أصناف اللوز وكذلك في بعض أصناف التفاح والكمثرى والبرقوق.

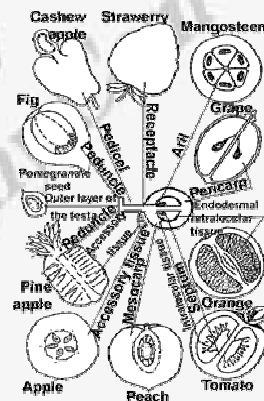
\* نباتات عديمة التوافق خلطيا **Gross Incompatability** : وفي هذه الحالة لايمكن لحبوب لقاح الصنف اخصاب بويضات الأزهار أو بويضات صنف أو اثنين معروفين ولكن هذه الحبوب اللقاحية يمكنها اخصاب بويضات أصناف أخرى يوجد بينها توافق وعادة تفشل حبوب اللقاح فى اخصاب البويضات السالفة الذكر لوقوف نمو انبوبة اللقاح وفشلها فى اختراق أغلفة البويضة أو لوجود بعض العوامل الوراثية الخاصة بعدم التوافق.

## تكوين البذور والثمار:

بعد تكوين الجنين وتكوين غذائه المدخر تنمو البويضة بتأثير الاخصاب وتتكون منها البذرة كما تتكون الأغلفة البذرية على اختلاف أنواعها من أغطية البويضة وقد يبقى الاندوسبرم فى البذور بعد تكوينها كما فى حالة البلح أو يتلاشى كما فى حالة الموالح.

ولا يقتصر النتيجة الحاصلة من الاخصاب على تكوين البذرة من الببيضة بل يسرى تأثير الاخصاب وينبه كل أجزاء المبيض الذى عندما يتم نضج جميع البذور بداخله تتكون منه ثمرة النبات ويتكون من جداره الغلاف الثمرى Pericarp إذ تنشأ الثمرة من مبيض الزهرة غالباً بعد إتمام عملية الاخصاب والتي ينشأ من تأثيرها أحياناً نمو الغلاف الزهرى أو التخت وبذلك قد يدخل بعض هذه الأجزاء فى تركيب الثمرة وبعد حصول الاخصاب عادة يسقط التويج والطلع أو يذبلان وقد يسقط الكأس أحياناً ولكن المبيض يبقى فى كل الأحوال وينمو نمواً كبيراً ليسمح للبذور الموجودة بسرعة النمو أما الميسم والقلم فيذبلان وقد يبقى لهما أثر بأعلى الثمرة ووظيفة الثمرة هى المحافظة على البذور ومدها بالغذاء حتى يتم نموها ومساعدتها على الانتشار.

## العقد البكري







قد تنمو الثمرة من المبيض بدون إخصاب كما يحدث في البرتقال أبوسرة والموز والعنب البناتى والجوافة البناتى والليمون العجمى أو البناتى والاناناس والثمار البكرية تكون عادة لابذرية أى عديمة البذور Seedless إلا أنه قد يتكون فى بعضها أحياناً بعض البذور الناتجة عن نمو بويضات غير مخصبة ويطلق على حالة تكوين البذور من بويضات غير مخصبة اصطلاح Perthenogenesis كما يحدث فى ثمار البرتقال أبوسرة ويجب أن ننوه هنا بأن الثمار البلاذرية ليس من الضرورى أن تكون بكرية ولكن قد تحدث هذه الظاهرة نتيجة ضمور الجنين وتلاشى الأجنة بعد تكوينها بواسطة التلقيح والاختصاص مثل بعض أصناف العنب والكمثرى والتفاح.

وتنقسم الثمار البكرية عموماً إلى قسمين:

### ثمار بكرية خضرية: parthenocarpy Vegetative (1)

وهى عادة تسمى العقد البكرى الكامل Complete parthenocarpy وفيها تنمو الأجزاء الزهرية التى ستتحول إلى ثمار بدون الحاجة إلى تأثير خارجى مثل التأثير الناتج من عملية التلقيح أو أى مؤثر آخر وتظهر هذه الحالة فى الموز والكثير من أصناف الكاكي اليابانى والبرتقال أبوسرة.

### ثمار بكرية نتيجة تنشيط: Simulative parthenocarpy (2)

وقد تسمى بالعقد البكرى التنشيطى ويلزم لبدء تكوينها أن تحدث عملية التلقيح التى يترتب عليها تأثير منشط وكفى لدفع الأجزاء الزهرية الداخلة فى تكوين الثمار الى بدء نموها دون حاجة الى إخصاب البويضات وقد يكون التأثير ناتجاً عن وجود بعض الحشرات فى مبايض الأزهار كحالة التين البرى حيث لا تتكون الثمار إلا إذا وجدت الحشرات فى مبايض أزهارها وقد تتكون الثمار فى بعض الحالات إذا رشّت بمستخلص حبوب اللقاح أو بإحدى المواد الهرمونية.

ثمار الفاكهة:

ويمكن تقسيمها بالنسبة إلى عدة اعتبارات:

باعتبار تكوينها من المبيض وتنقسم فى هذه الحالة إلى قسمين: أولاً:



\* ثمار صادقة: وتطلق على الثمار المتكونة من مبيض الزهرة وحده ولا يدخل في تركيبها التشريحى أى جزء من أجزاء الزهرة مثل ثمار الخوخ والبرقوق والمشمش والكريز ويكون الاكسوكارب فيها قشرة الثمرة الرقيقة ويكون بالميزوكارب لب الثمرة بينما يكون الاندوكارب النواة المتخشية الصلبة التى تحيط بالبذرة ومن هنا جاءت تسمية هذه الثمار بذات النوات الحجرية.

\* ثمار كاذبة: وتطلق على الثمار التى تتكون من المبيض ويدخل أيضاً فى تركيبها أى جزء آخر من أجزاء الزهرة.

كالتخت مثلاً كما فى الشليك فتوجد الكرابل مرصعة على التخت الشحمى المحذب. 1-

يدخل فى تركيب الثمرة أيضاً الأنبوبة الزهرية المكونة من التحام قواعد السبلات والبتللات 2- والاسدية كما فى التفاح والكمثرى فتتكون ثمرة التفاح من خمسة كرابل ويتكون جدار المبيض فى الثمرة من الميزوكارب والاكسوكارب اللحميين ويتكونان جزء من لب الثمرة بينما يكون الاندوكارب جلدى أو قرنى متصلب يحيط بالكرابل الموجودة بداخلها البذور ويحيط بهذه الأجزاء كلها طبقة خارجية لحمية والتى تكون معظم لب الثمرة وهى ناتجة من التحام قواعد السبلات والبتللات والاسدية ويعتقد بعض العلماء أنها نشأت من التخت.

باعتبار منشأها من زهرة واحدة أو أكثر: ثانياً:

فتكون ثمرة بسيطة إذا نتجت عن زهرة واحدة كما فى المشمش أو ثمرة متجمعة Aggregate fruits كما فى الشليك أو ثمرة مركبة Multiple إذا نشأت من نورة كما فى التين والجميز.

باعتبار الغلاف الثمرى وغالبا تقسم الثمار تبعا لطبيعة غلافها وحالة انفتاحه إلى قسمين: ثالثاً:

\* ثمار جافة Dry Fruits مثل البندق Nut كما فى الجوز والبكان والبندق.

\* ثمار غضة طرية Fleshy مثل الحسلة Drupe كما فى المشمش والخروخ والبرقوق أو العنب Berry Fruits كما فى العنب والموز وتفاحية Pome كما فى التفاح والكمثرى والسفرجل

النمو الخضري



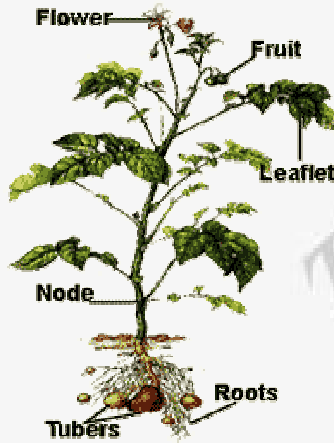
نبدأ بتحديد وتعريف دقيق لكل من النمو والتطور ثم تعريف التميز والتكشف... الخ فالنمو هو الزيادة الغير رجعية فى وزن او حجم الخلايا والأعضاء وبالتالي النبات الكامل نتيجة انقسام واستطالة الخلايا .

أما التشكل والتميز المعروف **Differentiation** فهو التميز الذى يودى الى تغير شكل ووظيفة الخلايا داخل الأنسجة والأعضاء لتكوين تراكيب متميزة فى الوظيفة وهو ليس نموا ولكن ملازم له أما الكشف **Development** فهو المحصلة النهائية او الكلية للنمو والتميز فى تسلسل محدد او هى الانتقال من مرحلة من مراحل التطور الى مرحلة أخرى والتكشف يتبعه سلسلة متعاقبة من التغيرات داخل كل عضو من أعضاء النبات خلال دورة حياته ولكن يمكن متابعتها كل على حدا داخل كل عضو او نسيج او خلية ومن اكثر صور التطور وضوحا هو انتقال النبات من الحالة الخضرية الى حالة الأزهار او تطور الورقة من الحالة التى تكون فيها الورقة فى صورة مبادئ خروج للأوراق أثناء وجودها بالبرعم الى حالة الورقة الكاملة الناضجة لذلك نطلق مصطلح التمييز **Differentiation** عند التحدث عن كل حالة تحدث للخلايا المرستيمية عند تميزها الى أنواع من الخلايا تدخل فى أنسجة مختلفة او أعضاء مختلفة والتي بالتالى سوف تختلف فى الشكل والتكشف البيوكيميائى ورغم أننا سوف نلاحظ ان النمو والتميز والتكشف عادة يكونا متلازمين الا انه فى بعض الحالات يحدث النمو دون تميز لخلايا او أعضاء . كما يحدث فى نمو نسيج الكلس او نسيج الجروح ويمكن دراسة الكشف من خلال وسيلتين اما موفولوجيا او كيميائيا اى فسيولوجيا فالأول يتم دراسة التغيرات التركيبية والتشريحية التى تتكون ويمكن ملاحظتها ورصدها خلال التطور ويكون من المثير دراسة وفهم ومعرفة العوامل التى تؤثر وتؤدى الى تلك التغيرات الشكلية ولكن ذلك لا يودى الى الفهم الصحيح بدون دراسة العمليات الحيوية الكيميائية الفسيولوجية التى تصاحب ذلك التغير الشكلى لذلك تم الاتفاق على إطلاق مصطلح التخليق المورفولوجى **Morphogenesis** وهو تخليق وتشكيل خلايا وأنسجة وأعضاء النبات والأسباب المؤدية لذلك من العوامل الطبيعية والبيوكيميائية وحتى الآن فمعلوماتنا عن الأسباب المؤدية الى **Morphogenesis** على المستوى الجزيئى **Molecular Basis** قليلة للغاية فمثلا غير معروف على وجه الدقة ما هى العوامل الفسيولوجية والطبيعية التى تدفع الى تكوين مبادئ الأوراق ونشأتها وتطورها الى الأوراق الكاملة

مكان النمو



يتأتى النمو من مقدرة الخلايا والأعضاء على امتصاص او الحصول على المواد البسيطة من ماء واملاح وثانى أكسيد الكربون من البيئة المحيطة بها واستخدامها فى تكوين مركبات مختلفة ومعقدة والتي تشكل بها مكونات تلك الخلايا فيؤدى تراكمها الى النمو المستمر كذلك يؤدى ذلك التراكم من تلك المركبات الى إضافة مادة الحياة للخلايا الجديدة المتكونة من الانقسام وتكوين الخلايا الجديدة مع الأخذ فى الاعتبار انه ليست كل خلايا أعضاء النبات تستمر فى النمو والانقسام ولكن تتحول الخلايا القابلة للانقسام والاستطالة إلى خلايا بالغة وتحاط بخلايا ذات جدر سميكة نسبيا وعديد من الخلايا الميكانيكية والأوعية الناقلة الغير حية.



وتبقى الخلايا القابلة للانقسام والاستطالة فى مناطق النمو المرستيمية وفى الأنسجة الجنينية مع ملاحظة انه سوف يظل للخلايا البالغة القدرة على استعادة قدرتها للانقسام والاستطالة اى العودة للحالة المرستيمية وذلك تحت ظروف معينة .

يحدث النمو من انقسام واستطالة فى عديد من المناطق المرستيمية المختلفة وهى تشمل ثلاث انواع من المرستيمات هى المرستيمات القمية مثل التى توجد بقمم السيقان والأفرع وقمم الجذور وهى المتسببة فى نموها الطولى Apical meristems والمرستيمات البينية وهى المسببة للزيادة فى القطر او السمك او الزيادة فى حجم الورقة وسمكها وتعرف أحيانا بالكمبيوم البينى كما انه موجود بين العقد والسلاميات ولو ان البعض يعتبر المرستيم بين العقد والسلاميات جزء من المرستيم القمى اما النموات الخضرية الجانبية والأزهار والثمار فنتج من المرستيمات الجانبية Lateral meristems كما فى البراعم الابطية التى توجد فى آباط الأوراق والتي يتحول بعضها الى براعم زهرية فى عملية الأزهار كما يوجد نوع آخر من المرستيمات تعرف بالكمبيوم الفلينى Phellogen هو المسئول عن تكوين القلف وقد تختفى تلك المرستيمات بأن تتحول الى أنسجة غير مرستيمية اى خلايا بالغة او تضل على حالتها





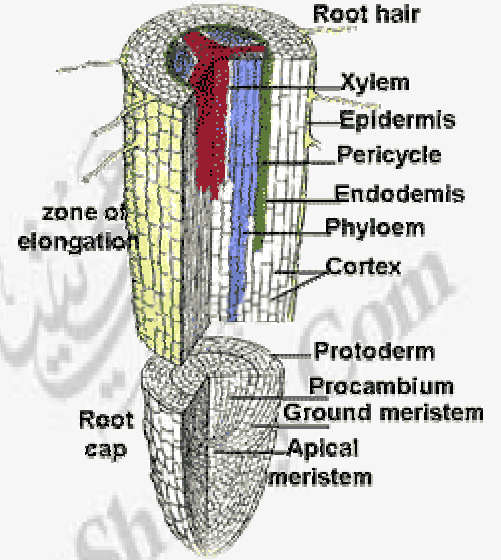
المرستيمية الى الأبد كما يحدث فى المرستيمات البيئية المعروفة بالكامبيوم ويتوقف نشاط المرستيم فى وقت معين على الظروف البيئية والداخلية فمثلا يحدث خمول للمرستيمات القمية فى اشهر الشتاء ونتيجة وجود مثبطات للنمو ويتم النمو فى المرستيمات على ثلاث مراحل تعرف بمراحل النمو

### مراحل النمو

تنقسم مراحل النمو الى : مرحلة الانقسام الخلوى ومرحلة الاستطالة والزيادة فى الحجم والمرحلة الأخيرة هى مرحلة التميز

### انقسام الخلية Cell Division

تنمو النباتات وتزداد رأسيًا تبعًا لعملية الانقسام الحادثة فى القمم الطرفية المرستيمية للنباتات عن طريق الانقسام الميتوزى وكذلك فى الخلايا الإنشائية فى الكامبيوم بسيقان النباتات ثنائية الفلقة وفى الخلايا الإنشائية فى الأوراق الحديثة تنقسم الخلايا فى القمم النامية وتحدث الاستطالة على بعد عدة ملليمترات اسفل منطقة القمة النامية وتعرف المنطقة اسفل منطقة الانقسام او منطقة القمة Dome بمنطقة الاستطالة اما الأعضاء المحددة النمو مثل الأوراق والثمار يكون الانقسام والاستطالة كعمليتي منفصلتين زمنيا تبدأ بالانقسام وتنتهى الزيادة العددية لتبدأ مرحلة الاستطالة وتكون الأوعية الناقلة ونضج الخلايا وتخصصها وتكون الخلايا صغيرة نسبية وذات نواة كروية مركزية بالنسبة للسيتوبلازم وبدون فجوات عصارية والجدر رقيقة ليس معروف الى الآن لماذا تظل بعض الخلايا محتفظة بقدرتها على الانقسام او اى مرستيمية او جنينية فى حين تتحول الأخرى الى خلايا متخصصة.



### - مرحلة الزيادة فى حجم الخلية Cell Enlargement

ثم تأتى العملية التالية للانقسام والزيادة العددية بعملية الاستطالة الخلوية حيث يزداد حجم الخلية زيادة غير رجعية نتيجة الضغط الاسموزى وضغط الامتلاء المرتفع وقلة الضغط الجدارى ثم زيادة محتواها العصري ومكوناتها العضوية وتكوين الفجوات العصرية بها متحولة بذلك من الحالة المرستيمية الى الحالة البارنشيمية البالغة تزداد الخلايا فى الحجم قد تصل الزيادة فى الحجم من 30 - 150 مرة من حجم الخلايا الإنشائية حيث تزداد قدرتها على امتصاص الخلايا للماء وانتقال المواد الغذائية والايضية التى تتكون فى الأوراق الى مناطق النمو حيث الخلايا المرستيمية التى انتهت من الانقسام فتظهر الفجوات العصرية اذ تعمل قوة الامتصاص الازموزية على امتصاص قدر كبير من الماء مما يتسبب فى تمدد الخلية حتى يتساوى ضغط الامتلاء مع الضغط الاسموزى للخلية والذى يسببها تكون السكريات وامتصاص الأملاح وتكوين الأحماض العضوية بالخلية ويتكون الجديد من البروتوبلازم لذلك فالمحصلة الكلية هى زيادة المادة الجافة Dry matter وعملية تكوين الجديد من البروتوبلازم يلزمها بالطبع زيادة العمليات المنتجة للطاقة وإنتاج بالبروتينات لذلك فعمليات النمو تتطلب ظروف هوائية وامداد بالكربوهيدرات كمصدر للطاقة ومواد أساسية للبناء فضلا على الهرمونات النباتية والتى لها دور هام فى عمليات الانقسام والاستطالة والتى سوف يتم مناقشتها لاحقا فإذا كان الجدار الخلوى من المرونة بدرجة كافية تمدد مما استوجب إضافة مواد جدارية من السليولوز والهيميسليولوز عليها ويبدو ان البروتوبلازم كطبقة رقيقة بجوار الجدار وأغشية الخلية السيتوبلازمية ويصحب الزيادة أيضا بناء الجديد من البروتوبلازم.



## Cell Differentiation - مرحلة التميز الخلوي

تبدأ تلك المرحلة بتغيرات تشريحية وفسولوجية والخلايا البرانشيمية هي اقل الأنواع تميزا حيث لا تختلف كثيرا عن الخلايا الإنشائية سوى زيادة الحجم ودرجة نمو فجواتها ولا تتكون فيها الجدر الثانوية عادة بل تظل ذات جدر رقيقة وتنتشر تلك الخلايا فى القشرة والنخاع والأشعة النخاعية ، اما الخلايا التى تتحول الى عناصر وعائية كالأنابيب الغربالية والأوعية الخشبية والألياف فتعرض الى تغيرات اذ تزداد فى الحجم كثيرا وترسب على جدرها جدر ثانوية تتخذ أشكالا مختلفة منها الحلقى والحزوني والمنقر وترسب خلال ذلك مادة اللجنين بين المواد الجدارية الثانوية وفى الأنابيب الغربالية تختفى الانوية ويستمر السيتوبلازم فى أداء وظائفه فى حين تظل النواة فى الخلية المرافقة

تكوين الجدار الخلوي ووظيفته :

الخلية النباتية تتكون من جدار وبروتوبلازم ويتكون البروتوبلازم من سيتوبلازم ونواة وقد نطلق على المكونات البروتوبلازمية اسم البروتوبلاست . يحاط السيتوبلازم بغشاء بلازمى Plasmalemma معقد التركيب وتوجد داخل الخلية الشبكة الاندوبلازمية التى تتكون من نفس مادة الغشاء الخلوى او بالاحرى هى امتداد له وهى موجودة خلال سائل شبة غروى ويحتوى على عديد من العضويات مثل الميتاكوندريا والريبوزومات والبلاستيدات والجسيمات الدقيقة لجهاز جولجى . والطبيعة الغروية للبروتوبلازم هى أساس المظاهر المادية للحياة ، كما يوجد بالخلية الفجوات العصارية الممتلئة بسائل مائى بة مواد كيميائية ذائبة مثل السكريات والأملاح والاصبغات والفضلات الناتجة من عمليات التمثيل الغذائى للخلية والبلورات.

خلال تمدد الخلايا تزداد جدر الخلايا وتمدد لاستيعاب زيادة حجم الخلية وزيادة محتوياتها ويتم بإضافة مكونات الجدار ولا تسبب تلك الإضافة زيادة فى السمك ولكن تستخدم فى تمدد الجدر وذلك بإضافة ألياف السليولوز بسمك 5-10 نانومتر وبطول 60 نانومتر ( 1 nanometer = 10<sup>-9</sup> cm ) ، قد تحتفظ جدر بعض الخلايا مثل خلايا النخاع والخلايا الحية فى اللحاء ومعظم خلايا القشرة بالتركيب الأصلي السليولوزى البكتينى الى ما لا نهاية فى حين تتلجنن بعض الخلايا الأخرى مثل جدر معظم أنسجة الخشب وبالمثل تترسب السوبرين على جدر خلايا الفلين ، فى حين ان البروتوبلازم يخفى بسرعة من الخلايا التى تتلجنن جدرها.

وظيفة الجدار الخلوى هو التدعيم الميكانيكى للخلية من ثم النبات فهو مع الضغط المائى يعطى للخلية شكلها ويحافظ على تراكيبها وللجدار دور هام فى امتصاص الماء والذائبات من خارج



الى داخل الخلية بالإضافة الى دوره فى الإفراز Secretions فضلا على دوره فى مقاومة اختراق الكائنات الممرضة للخلية ، المسئول عن إفراز وتكوين الجدار الخلوى هو البروتوبلاست ثم هو المسئول أيضا فى تدعيم الجدار فيما بعد عند تكوين الجدر الثانوية وتكوين المواد اللاصقة والتي تربط الخلايا بعضها ببعض او ما يعرف بالصفحة الوسطى ثم ان البروتوبلاست أيضا هو المسئول عن الترسيب الزائد حتى موت الخلية وتحويلها الى وعاء ناقل للماء والعناصر الغذائية الممتصة من التربة والمعروفة بعناصر الخشب. والمركب الرئيسي للجدار هو السليولوز والهيميسليولوز والمواد البكتينية واللجنين والسوبرين.

يبدأ تكون الجدار فى الطور النهائى Telophase للانقسام الميتوزى بعد تكوين الصفحة الوسطى حيث تتجه حويصلات صغيرة Vesicles او قطرات صغيرة Droplets الى الخط الاستوائى للخلية الأمية وتلتحم معا حيث تتكون المواد البكتينية والتي تشبه الهلام ثم تأخذ فى التصلب نتيجة اتحادها بالكالسيوم، عندئذ يبدأ ترسيب السليولوز لتكوين الجدار الابتدائى او الأولى Primary Wall ثم يتشرب الجدار الابتدائى بالهيميسليولوز والذي يتكون من عديد التسكر للسكريات الخماسية مثل Xylans ، Arabans Glactans Glycoproteins كما يترسب بينها Crystalline-Para ويمتاز الجدار الابتدائى فى تلك المرحلة بالمطاطية سواء مطاطية عكسية Reversible plastic او غير عكسية عند بداية تكوين الجدار الثانوى يحدث إضافة مكونات أخرى للجدار الابتدائى فى عملية يطلق عليها عملية الأغمد الداخلى Intussusceptions حيث يقوم السيتوبلازم بملئ الفراغات بالجدار بالمواد الكيميائية ثم تأتى مرحلة التراكم Apposition فتتكون طبقات جديدة لتنتهى بذلك مرحلة الاستطالة وتبدأ مرحلة التميز لتكون الخلية بأداء وظيفة خاصة يحددها لها نظام Gene off and on بالنواة.

يزداد الكشف الكيميائى لجدر الخلايا ذات البروتوبلازم الميت كالأوعية والقصبات والألياف بالطرق البيوكيميائية التى تستمر فيها او نتيجة تأثير الخلايا المجاورة ويعتبر اختفاء الجدر العرضية بين عناصر الخشب اثناء تكوين الأوعية مثالا مألوفاً لذلك فى تلك الخلايا يتم كشف وايض الكربوهيدرات التى تتحول الى المواد الجدارية الجديدة فى حين ينعدم تكوين البروتينات والبروتوبلازم اثناء هذا الطور من عملية التطور فضلا على قلة النشاط التنفسى وذلك حتى يكتمل كشف تلك الخلايا .

دور الهرمونات النباتية فى استطالة الخلايا:

قد فسر حدوث استطالة الخلايا نتيجة نقص الضغط الجدارى وارتخاء الجدار الخلوى وتغير تكوين الجدار او تقطع وانفصال مكونات الجدار الخلوى مع إعادة تكوين روابط جديدة ، لذلك





اقترح ان الأوكسين يقوم بدور فى فك الروابط الهيدروجينية غير التساهمية بين بوليميرات الزيلوجلوكونات وألياف السليولوز الدقيقة مما يسمح بتسلل الزيلوجلوكونات الى السليولوز ينتج عنه انبساط غير عكسى فى جدار الخلية خاصة عند انخفاض pH وذلك من خلال فعل أنزيمي ليس معروف على وجه الدقة وهذا بالطبع يشجع زيادة مرونة Plasticity او ارتخاء Loosening او زيادة مطاطية Elasticity جدر الخلية هذا الارتخاء يؤدي الى نقص مقاومة الضغط الداخلى على الأغشية الخلوية مع نقص فى ضغط الامتلاء وعلية فالجهد المائى للعصير الخلوى يصبح اكثر سالبية عنة فى الخلايا المجاورة فينتشر الماء ناحية منحدر التدرج فتزداد الخلية فى الحجم ثم يأتى دور إضافة مواد جديدة للجدار واعادة تثبيت الروابط غير التساهمية بين السليولوز والسكريات العديدة (الزيلوجلوكونات) فيتكون بذلك خلايا ذات جدر اكبر ، ويبدو ان نقص درجة pH تنشيط ارتباط أيون الأيدروجين مما يزيد من نشاط أنزيمات الارتخاء او الأنزيمات التى تعمل على فك الارتباط بين السليولوز والزيلوجلوكونات وثبت عمليا ان للجبرلين دورا فى تخليق وتنشيط أنزيم الالفا اميليز  $\alpha$ -amylase الذى يعمل على تحوير النشا الى سكريات مختزلة والتى يؤدي زيادة تركيزها فى العصير الخلوى الى رفع الضغط الاسموزي للخلايا النباتية وبالتالي الى دخول الماء والمواد الغذائية مما يؤدي الى انتفاخها وكبر حجمها واستطالتها معنويا وكذلك وجدت علاقة بين استطالة السوق واختفاء النشا وتحوله الى سكريات ذائبة تستغل فى بناء الخلايا الجديدة واستطالتها وبالتالي استطالة السوق ، كما ان للجبرلين دورا فى تخليق أنزيم بيتا جلوكانيز  $\beta$ -glucanase 1,3B المؤدى الى خفض الضغط الجدارى الذى يسمح بدورة الى مرور الماء والغذاء للخلية .

مما سبق نجد ان الأوكسين يشترك مع الجبرلين فى التأثير على استطالة الخلية ولكن كل منهما له ميكانيكته الخاصة به.

اما عن دور السيتوكينين فلم يثبت ان له دور فى استطالة الخلايا لكن ينحسر دوره فى التشجيع على الانقسام الخلوى من خلال تنشيطه لعمليات الامتصاص والانتقال للعناصر المعدنية وعصارة الأوعية الناقلة خاصة اللحاءية وزيادة معدل إنتاج الأحماض النووية وتكوين البروتينات خاصة تكوينه لأنزيمات اختزال النترات مما يوفر المواد التى تحتاجها الخلية للانقسام وتكوين البروتوبلازم الجديد الذى يكفى للخليتين البنويتين

نشاط الكمبيوم وتكشف الأنسجة:

أولى علامات نمو الأشجار فى الربيع هو انتفاخ البراعم وانبثاقها ثم استطالة السيقان ويبدأ الكمبيوم فى النمو ببطء وعادة ما يبدأ الانقسام والنمو فى المناطق القريبة من قمم السوق ثم ما



يلبث من ان ينتقل النشاط الى المنطق السفلى من الساق وهو ما يتمشى مع انتقال الأوكسين من أعلى الى أسفل بمعنى ان تدافع على النشاط هو تأثير الأوكسين على انقسام واستطالة خلايا الكامبيوم البين حزمى فعندما يبدأ الأزهار يتعطل نشاط الكامبيوم ويستمر نشاط الكامبيوم فى الانحدار بتقدم الأزهار الى ان تبدأ خلايا الكامبيوم كلها وكأنها تكشف الى أنسجة لحاء وخشب . ويبدأ نقص النشاط الكامبيومى اول ما يبدأ فى جزء الساق الأقرب الى النورة ويبدو ان الارتباط بين نشاط الكامبيوم والأزهار ذو الية هرمونية نظرا لقلّة الأوكسين عندما تتحول المرستيمات الخضرية الى مرستيمات زهرية ، أذن هى علاقة يحكمها الأوكسين .

والتكشف له فى النبات عدة مستويات الأول هو تكشف الخلايا الى أعضاء مثل السوق والأوراق والبراعم والأزهار والجذور ثم المستوى الثانى هو تكشف الخلايا داخل الأعضاء الى أنسجة مثل أنسجة البشرة القشرة والبرسيكل والأنسجة الوعائية والنخاع ثم يأتى بعد ذلك المستوى الثالث من الكشف وفيه تتكشف الخلايا الى خلايا متخصصة داخل النسيج مثل الخلايا الغربالية والخلايا الغربالية وبرانشيمية اللحاء داخل نسيج اللحاء ويحدث الكشف بمستوياته الثلاثة فى تتابع زمنى وعادة يحدث الكشف بمستوياته الثلاثة فى الزيغوت أثناء تكون الجنين والبذرة واثناء نمو وتتطور القمم النامية للسيقان والجذور ويكون أمام كل خلية أثناء الكشف عدة قنوات للتطور **Canalization of development** وعندما يتحدد وظيفة الخلية نتيجة بداية تكشفها يطلق على تلك المرحلة باسم مرحلة التحديد **Determination** ولك بعض الخلايا يكون لديها القدرة على الرجوع عن الكشف وإعادة الدخول فى مسلك آخر من مسالك التطور ونطلق عليها عندئذ **Dedifferentiation** .

ولا يقتصر الكشف على خلايا الزيغوت او الساق والجذور بل هناك تكشف على مستوى النبات كلة عند تحول النبات من مرحلة الطفولة الى مرحلة البلوغ او مرحلة الأزهار والإنتاج الثمرى حيث يحدث تغيرات تركيبية فى محور الساق وعندئذ تحدث التغيرات الفسيولوجية لتكون مصاحبة للتغيرات التركيبية والوظيفية الجديدة.

اما عن الأسباب التى تؤدى الى الكشف فى غير معروفة الى الآن على وجه الدقة ولكن هناك إشارات تفسر أسباب حدوث الكشف فعلى مستوى الزيغوت المخصب وعندما ينقسم أول انقسام نجد ان الخليتين الناتجتين تكون إحدهما طرفية صغيرة نسبيا **Terminal Cell** وأخرى قاعدية كبيرة نسبيا **Basal Cell** ثم يسلك كل منهما مسلك مختلف ناتج عن الانقسام الغير متساوى ثم تنقسم الخلية الطرفية الى خليتين ويكون الانقسام عرضيا بينما تنقسم الخلية



القاعدية انقساماً طولياً ، كذلك نجد ان البيضة داخل الكيس الجنيني وقبل إخصابها يتوزع في السيتوبلازم بكثافة غير متساوية حيث تختلف قطبي الخلية في درجة كثافة وتوزيع السيتوبلازم تكشف القمة النامية:

1924 حيث أشار أول خلية تكون القمة Shemidt أول من درس تطور القمم النامية هو العالم تنقسم لينتج عنها طبقتين من Single apical cell النامية والناجمة من انقسام الزيجوت الخلايا هي التي تكون القمم النامية في النباتات الراقية ووضعت نظرية تشرح ذلك عرفت بنظرية الجسم والغطاء فيها افترض ان النبات يتكون في قمته المرستيمية من طبقتين متميزتين هما:

**الطبقة السطحية او الغطاء Outer Tunica**  
 تنشأ في منطقة القبة المرستيمية Apical Dome مجموعة من الخلايا البائدة تكون طبقة الغطاء وتتكون من صفوف مرتبة ومنظمة من الخلايا المرستيمية والتي يتراوح عددها بين 2-5 صفوف في النباتات ذات الفلقتين و2-3 صفوف في النباتات أحادية الفلقة ويكون انقسام الخلايا فيها موازياً للسطح أي عرضياً وتحيط إحاطة كاملة إحاطة السوار بالمعصم بالطبقة الداخلية او طبقة الجسم ذات الخلايا الأكبر حجماً من خلايا Tunica

**الطبقة الداخلية او الجسم Inner Corpus**  
 تلك الطبقة هي التي تختص بنمو النبات في الحجم وطبقاتها غير مميزة والانقسام فيها يكون في الاتجاهين طولياً وعرضياً وطبقة الجسم ذات خلايا أكبر حجماً من خلايا Tunica تعرف تلك الخلايا بالخلايا المركزية الأمية Central mother cells تنقسم بمعدل اقل لتعطي منطقة مرستيمية تسمى المنطقة المحيطة Flank or Peripheral Meristems تلك الطبقة التي يتكون منها خلايا نسيج القشرة والنخاع فيما بعد تليها منطقة ذات صفوف طولية تعرف بمنطقة المرستيم اللبي او العرقي Rib Meristems

ينشأ النمو الطولي كما ذكر من انقسام واستطالة البراعم الطرفية في السوق والأفرع وكذلك نتيجة النمو للمرستيم البيني في منطقة القعد وبين السلاميات والذي يعتبر جزء من المرستيم القمي ، اما النمو القطري فينشأ من نمو المرستيمات الجانبية او من الكمبيوم الحزمي والذي يؤدي باستمرار الى تكوين الجديد من الخشب واللحاء والذي يؤدي في النهاية الى زيادة قطر المحور .



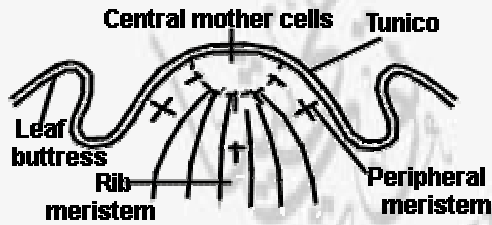


كما يؤدي الكمبيوم الفليني الي تكوين نسيج أحادي الطبقات وهو الفلين وهي خلايا غير حية تتميز بوجود صفحات سوبرينية في جدر الخلايا فهي غير منفذة للماء تماما اما خلايا الفللوجين والتي توجد اسفل الفلين فهي خلايا حية متراسة بش من التفكك وتسمى مجموعة الفلين والفللوجين بالبريديرم او القلف



تكشف الورقة والبرعم:

تنقسم القمة النامية ويعرض طرفاها في حالة النباتات متقابلة الاوراق او يعرض طرف واحد في حالة النباتات متقابلة الاوراق ويتفطح الجزء العريض ليكون نتوء ورقي في النباتات المتبادلة او نتوءان في النباتات متقابلة الاوراق ثم يكبر هذا النتوء ليكون مبادئ خروج الاوراق Leaf Primordium ثم بعد ذلك يحدث تخصص وظيفي مع الانقسام حيث ينشأ عن تلك العمليتان أى الانقسام والتخصص اجزاء الورقة من نصل وعنق وآذات وبراعم ابضية بعد ذلك وينشأ النصل من انقسام خلايا الصفين من الخلايا المرستيمية للتنوعات التحت بشرية كل على احد جانبي اصل العرق الوسطى وبتتابع الانقسام تتكون الخلايا الإسفنجية والدعامية للورقة من الطبقة الثانية ثم العروق الوسطية والجانبية من الطبقة الثالثة ولا تظهر المسافات البينية حتى تصل الورقة الى ربع او ثلث حجمها النهائي . يقف انقسام البشرة اولا يليها في الترتيب النسيج الوسكى الاسفنجى ثم الدعامى وقد تستمر انسجة العروق الجانبية في التكوين لفترة طويلة بعد



ثبات الانقسام.

ولفهم اكبر لتكون أعضاء النبات كالورقة التي نحن بصددنا افترضت نظرية أخرى بعد نظرية الغطاء والجسم عرفت بنظرية الطبقات الثلاثة Three Layer theory وهي لا تختلف عن نظرية الغطاء والجسم Tunica and Corpus theory سوى انها تفترض ان طبقة الغطاء تتكون من طبقتين اما الجسم فيكون الطبقة الثالثة وهي تمثل الجزء الأكبر من جسم الساق حيث يتكون منها الأوعية الناقلة من خشب ولحاء وكذلك أنسجة النخاع وكذلك تمثل الطبقة الثالثة





الجزء الأكبر من خلايا الجذور الدرنية وغير الدرنية مثل الاسبرجس والداليا والبطاطس والبطاطا وقصب السكر. اما الأوراق فتنشأ نتيجة النمو السطحي فتتكون فى أغلبها من الطبقة الاولى والثانية اما الطبقة الثالثة تكون اقل أهمية فى تركيب الورقة وكذلك الأعضاء المشابه للورقة مثل الأعضاء الزهرية والثرمية والبذور فلون الأزهار بالببتلات مسئول عنة الطبقة الاولى وكذلك لون الثمار اما لحم الثمار فمسئول عنة غالبا الطبقة الثانية اما البذور فتتكون من طبقة اثنين . وقد تم التعرف على ما سبق من علاقة الطبقات بنمو انسجة الأعضاء من دراسة توريث الصفات فوجد ان الطبقة الثانية هى التى تورث خواصها للنسل فهى المسئولة عن انتاج حبوب اللقاح والبويضات الزيجوت ومن ثم الجنين وكذلك نسيج النيوسيطة وذلك إذا ما تضاعفت تلك الطبقة بالكولشيسين واصبحت رباعية التضاعف فان صفات الخلايا الرباعية التضاعف تنتقل الى تلك الأعضاء سالفة الذكر وقد تم التأكد من ذلك من خلال الدراسات السيتوكيميرا والدراسات السيتولوجية للهجن الخضرية ، وإذا نظرنا تكوين الورقة نجد ان الطبقة الاولى تكون كل من سطحي الورقة السفلى والعلوى ويتكون كل منهما من صف او صفين من الخلايا تليها الطبقة الثانية وهى التى تحصر بينها الطبقة الثالثة فى الورقة والتى تشكل عند نضج الورقة الأنسجة الوعائية وبعض الأنسجة القليلة الأخرى ، اى ان طبقات الورقة إذا قمنا بعمل قطاع طولى بها تكون (1,2,3,2,1) تظهر البراعم الابطية على اساس انها أفرع جانبية جنينية تنو فى أباط الأوراق وتظهر أول على شكل بروزات مرستيمية فى إبط الأوراق الجنينية ويغلف كل برعم أوراق حرشفية تسقط عند استئناف الساق فى النمو الطرفى.

### ارتباطات النمو:

يتأثر نمو كل عضو فى نبات ما بالعمليات الفسيولوجية او الظروف البيئية والبيوكيميائية السائدة فى عضو من الأعضاء فالنمو الخضرى يتعطل أثناء فترة النمو الثمرى . كذلك يتأثر حجم المجموع الجذرى بنشاط البناء الضوئى فى الأوراق كما يتأثر التحول من البراعم الخضرية للبراعم الزهرية بعمليات حيوية تحدث فى الأوراق كذلك العمليات الفسيولوجية التى تجرى فى نسيج ما تؤثر على نسيج آخر ويرجع تأثير عضو على آخر او نسيج على آخر الى توزيع كميات الكربوهيدرات المتكونة فى الأوراق على أجزاء النبات المختلفة وعند تواجد الثمار مثلا ونتيجة احتوائها على البذور التى تكون مصدرا للهرمونات فإنها اى الهرمونات تعمل على جذب الكربوهيدرات اليها من خلال اليه تعرف بال sink source relationships فتقل كمية الكربوهيدرات التى تصل الى المجموع الجذرى ونظرا لانخفاض الكمية الواردة للجذور فيقل استهلاك الكربوهيدرات فى تنفس الجذور وبالتالي يقل الامتصاص النشط للأملاح المعدنية والتى تقل بدورها بالمجموع الخضرى فيقل النمو كما تحتكر الثمار أيضا لجميع



المركبات النيتروجينية الموجودة بالنبات ولقد نتج عن نزع الثمار تضاعف كمية من الكربوهيدرات بالمجموع الجذرى الى ثلاثة أضعاف وزيادة امتصاص الأملاح زيادة كبيرة .

وتدل نتائج الأبحاث على ان نسبة المجموع الخضرى الى المجموع الجذرى تزيد زيادة كبيرة ومطرده بزيادة تركيز النترات فى المحلول الأرضي ويفسر ذلك على انه فى حالة وجود النترات فى التربة بقللة فأن معظم الممتص يستهلك فى تخليق الأحماض الأمينية فى الجذور و جدير بالذكر ان المجموع الجذرى يقوم بتمثيل عدد من الأحماض الأمينية لا يكونها المجموع الخضرى وتستخدم الأحماض الأمينية المتكونة فى الجذر فى تخليق البروتينات البروتوبلازمية اللازمة لنمو الجذور وفى نفس الوقت لا يقوم الجذر بتصدير شئ منه للمجموع الخضرى او ينتقل منه القليل على هيئة نيتريت او أحماض أمينية وبالقدر الغير كافى لاحتياجات المجموع الخضرى من تلك الأحماض فيقل نموها لقللة الأنزيمات اللازمة للنمو كذلك تكون نسبة المجموع الخضرى الى المجموع الجذرى منخفضة نسبيا ، وعند توفر النترات يستخدم جزء منه فى الجذور ويتوفر قدر مناسب من النيتروجين الى الأجزاء الهوائية حيث تستخدم فى تكوين بروتينات البروتوبلازم ويؤدى ذلك الى المزيد من استهلاك الكربوهيدرات والنتيجة نسبة مجموع خضرى الى الجذرى أعلى، كذلك نقص كمية الكربوهيدرات نتيجة نقص معدل التمثيل الضوئى او نتيجة الإصابة بالأمراض او الآفات يؤثر أيضا على نسبة المجموع الخضرى الى المجموع الجذرى وكذلك النباتات النامية فى الظل يكون نمو المجموع الخضرى أعلى من المجموع الجذرى ، وبعد التقليم يكون النمو الخضرى أعلى وأقوى لاحتكار المجموع الخضرى للكربوهيدرات والهرمونات المنبعثة من الجذور لحجم اقل من المجموع الخضرى مما يعمل على دفع النموات للنمو بمعدل سريع واستهلاك معظم الكربوهيدرات فى تكوين الجديد من الخلايا ، وعند توفر الماء الأرضي والتهوية الجيدة يزيد المجموع الخضرى الى الجذرى نظرا لان توفر الماء يعمل على اكتمال انتفاخ الخلايا التى تساعد على الانقسام والاستطالة وبالتالي استهلاك الكربوهيدرات على حساب الكربوهيدرات المتوفرة للجذور وبالتالي تزيد نسبة المجموع الخضرى كذلك فتوفر الأكسجين فى التربة يزيد تنفس الجذور وزيادة نشاط الجذر الامتصاصي والذي ينعكس أثرة على المجموع الخضرى ويأتي ضعف المجموع الجذرى نتيجة ضعف تهوية التربة نتيجة الرطوبة الزائدة

السيادة القمية:

يحدث ان تنمو بعض النباتات العشبية وبعض النباتات الخشبية عند قمة المحور الرئيسى للساق او الأفرع الرئيسية ورغم وجود برعم جانبي فى إبط كل ورقة فأن الفروع الجانبية لا تنمو ما

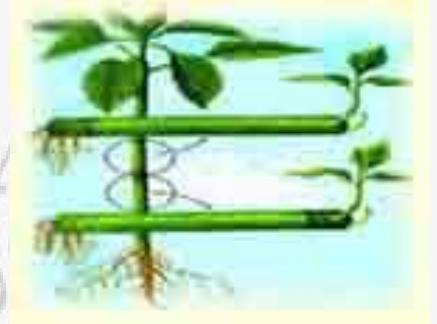


دام البرعم الطرفى محتفظا بقوته ومستمر فى النمو ، فأذا ما أضرى او تم إزالته فالنمو يبدأ فى الحال من البراعم الجانبية معطية الاوراق او الأفرع او الأزهار . وهذا التأثير المثبط للبرعم الطرفى على نمو البراعم الابضية هو ما يسمى بالسيادة القمية ، ويقل تأثير السيادة القمية هذه كلما زادت المسافة بين البرعم الجانبى وقمة الساق او البرعم الطرفى ويبدو ان ذلك التأثير راجع الى تأثير الأوكسين الذى يتكون فى ذلك البرعم الطرفى والأوراق الحديثة النمو المحيطة به والذى ينتقل منها الى البراعم الجانبية ليرفع محتواها الاوكسينى فيصل الى التركيز المثبط للنمو مما يجعلها تستقبل كميات قليلة من نواتج الايض والتمثيل الغذائى مقارنة بالبراعم النشطة . وهناك رأى آخر وهو ان الهرمونات الساقية المعروفة بالكولوكالين تنجذب الى المناطق التى يبلغ تخليق الأوكسين فيها اقصى الى الأجزاء الطرفية ويقل تركيزها بالطبع فى المناطق السفلى والتى بدورها تكون غير كافية لبدء البراعم الجانبية فى النمو ، وقد يرجع البعض السيادة القمية الى زيادة الأوكسين بالبراعم وفى نفس الوقت قلة السيوتوكينين فعند اضافة السيوتوكينينات خارجيا أمكن إلغاء السيادة الكمية ويبدو ان العلاقة التضادية بين الأوكسين والسيوتوكينين هى المسئولة عن السيادة القمية.

#### الاستقطاب:

كثير من ارتباطات النمو تكون قطبية بمعنى ان طرفى المحور النامي يتخذان طريقين مختلفين تماما فى نوع العضو المتكشف او فى مسالك التطور ، فالجذور تنمو عادة فى الجزء القاعى مورفولوجيا بينما تنمو النموات الخضرية الساقية فى الجزء القمى مورفولوجيا على المحور النامى . وقد وجد ان كثير من ظواهر الاستقطاب ترجع الى الانتقال القطبى للهرمونات خاصة الاوكسين ويبدو ان الانتقال مرتبط بطراز أساسى فى تنظيم البروتوبلازم ولا يمكن تغييره بسهولة و يوجد بالنبات بالإضافة الى الاستقطاب المورفولوجى استقطابا فى توزيع المواد واستقطاب كهربى أيضا ويبدو ان كل خلية بالنبات لها استقطاب كهربى وتعمل كبطارية دقيقة والجهود الكهربائية فى الأنسجة هى فى الواقع مجموع تأثيرات الجهود الكهربائية للخلايا الفردية والتى تعمل معا على التوالى او التوازى ولعل اختلاف الخلايا فى قدرتها على الكشف يرجع الى اختلاف الجهد الكهربى فيما بينها وكنتيجة للاختلافات فى الجهد الكهربى فى جزء من النبات لآخر تسيل تيارات كهربية باستمرار عبر دوائر معينة فى النبات وهى التى تعمل كآلية للترابط.





قاد الاستقطاب بين نهايتي المحور سواء للعضو او حتى على مستوى الخلية الى اختلاف كل قطب على ما يتعرض له من شدة إضاءة او لاختلاف درجة pH ونسبة ثاني أكسيد الكربون والأكسجين . وقد يفسر الاختلافات الفسيولوجية لقطبي المحور على ان نواتج عمليات التمثيل تنتقل من أعلى الى اسفل وبالتالي لابد ان يكون هناك تدرج في تركيزات المواد في اتجاه الحركة فعند اخذ نمو جذري لنبات Cichorium وتقسيمه الى عدة أجزاء سلك كل جزء منفردا بشك يوحى بالقطبية فكون على الجزء العلوى منه مجموعا خضريا وعلى الجزء السفلى مجموعا جذريا رغم تقارب الأنسجة القمية عند الانفصال للجزء الوسطى مع الأنسجة القاعدية للجزء الأول ، وعالية فهناك اعتقاد ان كل خلية من خلايا النبات داخل النسيج لها قطبية خاصة بها هي التي توجه سلوكها وترجع الى توزيع المحتويات السيتوبلازمية والشبكة الاندوبلازمية وتوزيع الأنزيمات داخل الجدار الخلوى بشك قطبي اى ان قطبي الخلية مختلفان لذلك فهي تتصرف بشكل بة قطبية على المستوى الخلوى ثم مجتمعة مع الخلايا الأخرى على مستوى النسيج ثم مع الأنسجة المختلفة داخل العضو الواحد.

### دور الهرمونات فى النمو الخضرى:

تلعب الهرمونات دورا هاما فى النمو الخضرى للنبات من خلال تأثيرها على عمليتي الانقسام والاستطالة السابقة الذكر ، فنجد ان ألا وكسينات تؤدي الى زيادة النمو لان كمية الأوكسين الموجودة فى القمة الطرفية والسوق لاى نبات ذات علاقة موجبة بمعدل النمو الطبيعى لة فعلى سبيل المثال السلامية الاولى القريبة من القمة النامية تكون أطول من مثيلاتها الأبعد من القمة وتقل فى الطول كلما ابتعدنا عن القمة ولقد ثبت ان الأوكسين ليس هو الوحيد المسئول عن نمو الساق واستطالتها لكن يشاركه الجبريلينات وهرمونات أخرى ، كما أشارت الدراسات ان الاستطالة الخلوية لا تحدث الا فى وجود تركيزات منخفضة من الأوكسين فالتركيز المرتفع يعمل على تثبيط النمو كما وجد ان الأوكسين اللازم لنمو ونشاط الأعضاء الهوائية للنبات لا يصلح لنمو وتنشيط المجموع الجذرى كما ان التركيزات المثلثى من الأوكسين اللازمة لنمو المجموع





الخضري تكون مرتفعة عن التركيزات المثلى لنمو المجموع الجذري لنفس النبات .

ظهور سلالات من النباتات القصيرة السيقان ذات سلاميات متقزمة يرجع الى وجود نظام إنزيمي معقد داخل أنسجة تلك السوق النباتية تحتوى على بعض الأنزيمات المؤكسدة للاوكسينات خاصة أنزيم اندول حمض الخليك او كسيديز المتخصص فى هدم اندول حمض الخليك وتحويله الى ثانى أكسيد الكربون والأوكسيجين واندول الالدهيد الغير فعال بيولوجيا . بالإضافة الى أنزيم Peroxidase الحامل للحديد، وقد يرجع التقزم او بطئ النمو الخضري لنقص او تثبيط عمل ألا وكسينات نتيجة توفر نواتج الايض الغذائية التى تؤدى عند اتحادها مع IAA الى تثبيطه مثل توفر سكر الارابينوز الذى يتحد مع IAA ليكون اندول حمض الخليك الارابينوزى وكذلك توفر الحمض الامينى الاسبارتيك فيتكون اندول حمض الخليك الببتيدي Aspartate -IAA كذلك توفر الاسترات فيتكون مركب اندول ايثيل استرات Indol ethyl acetate وكذلك فالأصناف والسلالات النباتية طويلة الساق تحتوى على أنظمة أنزيمية تتحكم فى استطالتها حيث تمنع نشاط الأنزيمات المؤكسدة والمحللة لهرمونات النمو مثل ألا وكسين ، كما تحتوى على تركيزات عالية نسبيا من المركبات العضوية الفينولية مثل حمض الكافيك وحمض الكلوروجينيك والتي تعمل على إيقاف النشاط الأنزيمي المؤكسد المشار إليه والتي تتركز فى المجموع الخضري ذو السيقان الطويلة.

وهناك تأثير آخر للاوكسينات على صلابة جدر الخلايا حيث يعمل الاوكسين على إزالة بكتات الكالسيوم والأيونات المعدنية المسؤولة عن الصلابة كما يؤثر على بعض المركبات العضوية ويؤدى الى تحللها مثل البكتين والهيموسليولوز والتي توجد كمادة لاصقة بين الخلايا ، وقد ترجع استطالة الخلايا بفعل الاوكسين أيضا حيث دورة فى زيادة نفاذية الأغشية خاصة طبقة الفسفوليبيدات مما يؤدى الى زيادة انتشار المواد العضوية وأيونات الأيدروجين والمعادن الأخرى مما يرفع الضغط الاسموزي للخلايا وبالتالي زيادة امتصاص الماء والغذاء من الخلايا المجاورة وفى النهاية رفع ضغط الامتلاء مما يؤدى الى استطالة الخلايا وزيادة حجمها وزيادة نموها الغير عكسى كما وجد ان زيادة سمك السوق للنباتات ذات الفلقتين ترجع أساسا الى النمو العرضى نتيجة نشاط الكامبيوم الوعائى والمسمى بالنمو الثانوى والمسؤول عنة وجود الأوكسين فى خلاياه، ومهمة هذا النمو هو تكوين الخشب الثانوى للداخل واللحاء للخارج وعند قطع القمم الطرفية وهى مصدر الأوكسين بالنبات يفشل الكامبيوم الحلقى فى تكوين النمو الثانوى وبإضافة الأوكسين الى ساق هذا النبات منزوع القمم الطرفية يستأنف النمو العرضى



وتزداد السوق في السمك.

أما عن دور الجبرلين فنجد ان له دور في نمو الجذير لاسفل والريشة لاعلا عند إنبات الذرة حيث يعمل على زيادة الأنزيمات المحللة للمواد الغذائية في اندوسبرم البذرة ويؤدي زيادة تركيزه في السويقة الجنينية العليا الى سرعة انقسامها وحملها الريشة والقيام بالإنبات الأرضي والعكس صحيح بالنسبة للإنبات الهوائية فنجد التركيز العالي للجبرلين في السويقة الجنينية السفلى أعلي منه في العليا مما يعمل على سرعة انقسامها فتأخذ السويقة الجنينية العليا والفلقات والريشة والصعود بها الى أعلى سطح التربة والقيام بالإنبات الهوائية بينما نجد في النباتات الحولية ان معدل نمو السلاميات العلوية يكون مرتفعاً او أكثر طولاً من مثيلاتها القاعدية نتيجة ارتفاع محتواها من الجبرلين ، وبذلك نرى ان دورة يكون من خلال دفعه لزيادة حجم الخلايا واستطالة المجموع الخضرى .

أما عن دور الاثيلين في تنظيم نمو الأوراق فنجد انه إذا زاد مستواه فإنه يعيق النمو ويثبطه فعلاقة الاثيلين بالنمو الخضرى علاقة عكسية فزيادة تركيزه يؤدي الى التقزم ويلاحظ ان التأثير المثبط على النمو الخضرى خاصة نمو الساق يكون كبيراً في الظلام عنه في الضوء.

قياسات النمو الخضرى:

أما عن دور الجبرلين فنجد ان له دور في نمو الجذير لاسفل والريشة لاعلا عند إنبات الذرة حيث يعمل على زيادة الأنزيمات المحللة للمواد الغذائية في اندوسبرم البذرة ويؤدي زيادة تركيزه في السويقة الجنينية العليا الى سرعة انقسامها وحملها الريشة والقيام بالإنبات الأرضي والعكس صحيح بالنسبة للإنبات الهوائية فنجد التركيز العالي للجبرلين في السويقة الجنينية السفلى أعلي منه في العليا مما يعمل على سرعة انقسامها فتأخذ السويقة الجنينية العليا والفلقات والريشة والصعود بها الى أعلى سطح التربة والقيام بالإنبات الهوائية بينما نجد في النباتات الحولية ان معدل نمو السلاميات العلوية يكون مرتفعاً او أكثر طولاً من مثيلاتها القاعدية نتيجة ارتفاع محتواها من الجبرلين ، وبذلك نرى ان دورة يكون من خلال دفعه لزيادة حجم الخلايا واستطالة المجموع الخضرى.

معدلات النمو

تعبر عن المعدلات المطلقة للنمو بزيادة ارتفاع السوق او قياسا الزيادة في الوزن الرطب والوزن الجاف لبعض الثمار. ويختلف معدل النمو الطولي اختلافاً كبيراً بين الأنواع المختلفة



للنباتات وكذلك بين أفراد النوع الواحد تحت الظروف البيئية المختلفة. فقد تنمو السوق الصغيرة لنبات الحيرزان بمعدل يصل لقدمين في الأربع وعشرين ساعة وقد يصل معدل زيادة طول ساق الاسبرجس الي قدم واحد في نفس الفترة وقد يزداد طول عنق زهرة نبات الصبار الأمريكي بمعدل 6 يوصه في اليوم وتحت الظروف الملائمة للنمو تضيق نباتات الذرة الي قوامها اطوالاً محسوسة في ليلة واحدة. ويمكن قياس معدل النمو في قمة الساق او الجذور بطريقة بسيطة هي عمل خطوط عرضية علي العضو بفصلها عن بعضها مسافات متساوية ونوضع هذه العلامات بالجير الصيني ويعين معدل النمو بملاحظة وضع العلامات بعد فترة محددة من الزمن. ويمكن قياس معدل زيادة سطح الورقة برسم خطوط متقاطعة علي الورق وقياس مساحة المربعات الناتجة كل فترة معينة وهذه الطريقة تشير الي أجزاء العضو الذي يتم التكبير فيها بمعدل أسرع من الأخرى. وحديث يمكن قياس معدل النمو بمتابعة النمو باستخدام كاميرا للفيديو متصلة بالكمبيوتر واخذ صورة يمكن قياس أبعادها كمبيوتريا وقياس معدل النمو من خلالها.

التحكم او تنظيم النمو والتكشف:

**Differentiation** : هو التشكل أو التميز وهو عبارة عن التغيرات التي تؤدي في النهاية لتكوين تركيبات مختلفة أو متميزة ولا يعتبر هذا نمواً ولكن ملازم له. كما في تشكل الخلايا المرستيمية حيث تنمو زوائد صغيرة من المرستيم المحور في ترتيب سوارى منتظم وهذه الزوائد هي التي يتكون فيها اجزاء الزهرة بطريقة تشبه تكوين الأوراق وبذلك يقال أن البرعم تكون وان الـ **Determination** قد حدث .

**Development** : هو الكشف أو محصلة التأثير الكلى الناتج عن التميز والنمو في تسلسل محدد أو هو التغير في الشكل والتخصص والانتقال من مرحلة ألي أخرى .

**Canalization of development** : هو دخول خليتين أو مجموعة من الخلايا في قنوات التطور والتكشف غير رجعية وفيها يكون أمام الخلايا المنقسمة عدة مسالك **waypath** للتطور تنتج من الانقسام الغير متساوي للسيتوبلازم . فالزيوت تتكشف خلاياه **alternative** أما الى ساق أو جذر أما الساق فتتكشف خلاياه ألي أعضاء مختلفة ساق أو أوراق وبراعم و أزهار ، وبداخل كل عضو يحدث تخليق لأنسجة مختلفة وبداخل كل نسيج يحدث تخليق لخلايا.

**termination in plant** : هو تحديد شكل العضو وهي مرحلة تالية للتمييز فعندما يصل العضو مثل **leaf primordium** الى مرحلة متقدمة لا يمكن أن يرجع ليكون نسيج آخر **anther structure** يقال أنه حدث له تحديد **determined**





**Induction :** وهو الحث حيث أن كثير من العمليات الفسيولوجية تبدأ بمرحلة حث مثل الحث الزهري flower induction وهي تسبق التخليق أو التميز الزهري وهو تميز فسيولوجية غير مرئية يتعلق بالظروف الايضية داخل المرستيم . تلى تلك المرحلة

**Initiation :** وهو أول تغير ميكروسكوبي يحدث عند تحول المرستيم الخضري الى مرستيم زهري وهو تغير يشمل شكل المرستيم إذ يبدو كما لو كان قد تعطل في الجزء المركزي حتى يصبح مفلطحاً عند قمته بدلا من شكلة المخروطي ثم يلي ذلك مرحلة

التكشف على مستوى الخلية والنسيج والنبات:

يحدث الكشف ابتداء من الزيغوت حيث ينمو قطبيا متأثرا بالعوامل البيئية مثل الضوء كما وكثافة ، كمية الاكسجين المتاحة لكل خلية أو نسيج ، كمية الماء المتاحة ، ضغط الخلايا المجاورة ، كمية الغذاء العضوي والمعدني المتاح بالخلية نتيجة توزيع السيتوبلازم الغير متساوي ، الجاذبية الأرضية ، درجة pH الخلية ، اختلاف الجهد الكهربى غير الخلايا المختلفة واخيراً كمية ونوع الهرمونات المتمركزة بالخلايا نتيجة توزيع السيتوبلازم الغير متساوي .فتنقسم خلايا الزيغوت الى عدد كبير لتكوين الجنين كل خلية من الخلايا المتكاثرة تحتوى على نفس التركيب الوراثي لخلية الزيغوت الأم ولكن بالرغم من ذلك فالخلايا الناتجة تتميز الى أنسجة(جذور وسيقان ) .

أما الكشف على مستوى الأنسجة والنبات فتظهر جلياً فى النباتات الخشبية حتى تتميز ألي طورين هي Juvenile ، Adult تمتاز الأولى بعدم مقدرة النباتات على الإزهار ولكن ليس الإزهار هو الفرق الوحيد بين الطورين فحسب بل هناك فروق أخرى تؤثر في الحد من الصفات الحضرية وكذلك فروق تشريحية بين قمم الفروع في كلا من الطورين حيث يتميز طور البلوغ بوجود مساحة مرستيمية اصغر من تلك الموجودة في طور البادرة .

مما تقدم يظهر السؤال القائل ما هي العوامل التي تؤدي الى الكشف وظهور الظواهر الفسيولوجية المختلفة ولماذا تتكشف خلية معينة لتصبح خلية وعاء خشب وأخرى لتصبح خلية مرافقة بالرغم من أن الخليتين لهما نفس التركيب الوراثي ولماذا تتكشف مجموعة من الخلايا المرستيمية لتعطي فرع خضري وأخرى لتعطي زهرة وهو ما يعرف ال Morphogenesis ويبدو أن هناك عوامل كثيرة تتظافر تؤدي ألي التحديد والتكشف

التكشف البيوكيميائى:





هناك مظاهر كثيرة تختص بالتكشف البيوكيميائي مثل الاختلافات بين الأنسجة في قدرتها على إنتاج الأنزيمات والأحماض الأمينية والفيتامينات والقلويدات وتخزين المواد الغذائية هذه الاختلافات في مقدرة الخلايا على إنتاج أو عدم إنتاج تلك المواد يعنى بالضرورة تنشيط جينات معينة أو قمعها وقد وجدت كثير من الأدلة على اختلافات الخلايا في قدرتها على التمثيل الحيوي مثل امتصاص الجذور في تمثيل بعض الأحماض الأمينية مثل حمض الجلوتاميك وحمض الاسبارتيك بينما الأوراق تمثل أحماض الارجنين وحمض الفالين والتريبتوفان كما أن القلويدات تمثل في الجذور ولا تمثل في الأوراق وتنتقل من الجذور لتخزن في الأوراق كما في نبات الأتروبا. كذلك بعض الهرمونات تتكون في الجذور مثل السيتوكينين والجبرلين ثم تنتقل الى الأوراق في حين ألا كسين يمثل في القمم النامية للفروع والأوراق الحديثة كذلك نجد عند زراعة قمم الجذر In Vitro نجدها تحتاج بالضرورة الى فيتامين الثيامين والبيروكسين وحمض النيكوتين في بيئتها للحصول على نبات كامل هذا يعنى ان تلك الفيتامينات لا تمثل في البذور بل تمثل في الأوراق والأفرع ثم تنتقل للجذور حتى يمكنها النمو بدليل عدم قدرة الجذور المفصولة على النمو بدون أضافتها للبيئة الغذائية .

مما تقدم يعنى أن الأعضاء المختلفة تختلف في قدرتها على التمثيل الصوى الكيميائي وهذا دليل على أن بعض الجينات تكون في حالة قمع Turing on والبعض الآخر في حالة نشاط وهذا يؤدي ألي ذلك الاختلاف وهو ما يعرف بنظام Turing offSwitching genes on and off

نوع التنظيم داخل الخلية:

اتفق الفسيولوجين منذ 1903 على أن النمو والتكشف وبمعنى اشمل جميع المراحل الفسيولوجية للنبات ما هي ألا ناتج سلسلة من التفاعلات الحيوية والتي تتأثر بعدد من العوامل الداخلية والخارجية ويكون تنظيمها عن طريق تنظيم عمليات التمثيل الحيوي ويمكن تلخيص طرز التنظيم كما يلي

أ-التنظيم بتأثير العوامل الداخلية

1-تنظيم نشاط الجين

2- تنظيم نشاط الأنزيم

3- التنظيم بواسطة الهرمونات الداخلية



## ب-التنظيم بتأثير العوامل الخارجية

### 1- درجة الحرارة

### 2- الضوء ونظام الفيتو كروم

## أولاً: التنظيم بتأثير العوامل الداخلية

### 1- تنظيم نشاط الجين

يشمل تنظيم نشاط الجين تنظيم كل من عمليتي النسخ وعملية الترجمة لان تلك العملتين متبعتان في تسلسل يؤدي في النهاية الى تكوين الببتيد العديد والبروتين أو بمعنى آخر بروتين الإنزيم ففي سنة 1961 أعلن Monod&Jacob اقترحهم حول تنظيم عملية النسخ والتي وتبعاً لهذا الاقتراح فقد قسمت الجينات الى ثلاث Jacob&Monod عرفت فيما بعد بنموذج أنواع وهي :

وهي الجينات المنظمة لعمل عديد من الجينات الأخرى والتي يطلق **Regulator Genes-1** عليها اسم الجينات العاملة

**Operator Genes-2** وهي الجينات العاملة التي تقوم بدور عامل التليفون وهي التي تتحكم في فتح وغلق عدد كبير من الجينات الأخرى التي يطلق عليها **Structural Genes**

**Structural Genes-3** وهي الجينات المسؤولة عن التركيب الخاص بالبروتينات أو بروتين الإنزيم ولقد افترض تنظيم نشاط الجين يكون عن طريق **Regulator Genes** والذي يتحكم في **Regulator Genes** الذي بدوره يقوم بفتح او قفل عدد من **Structural Genes** المسؤولة عن إنتاج أنزيمات معينة تؤدي تفاعلات بيوكيميائية في سلسلة ينتج عنها في النهاية ظاهرة فسيولوجية معينة. ويتم ذلك بأن يقوم ال **Regulator Gene** بإفراز مثبط لعمل **Operator Genes** ويطلق على هذا المثبط اسم القامع او الكابح وقد اقترح **Gelbert** 1967 أن عديد من هذه **Repressor** هي عبارة عن بروتينات تقوم بمنع الجين العامل وبالتالي لا تؤدي وظيفتها كما اقترح **Monod&Jacob** أن الكابح يمكن تشبيطة بمادة ذات وزن جزيء منخفض أطلق عليها **effector** والتي تلغى قدرة الكابح على العمل وبالتالي يصبح **Operator Genes** حراً تاركا ال **Structural Genes** قادرة على العمل من خلال إصدارها الأوامر الخاصة بتكوين البروتين وهي **m RNA** وبالتالي لإنتاج إنزيمات متخصصة



لاتمام تفاعلات معينة وظهور ظاهرة فسيولوجية أو صفة أو تميز خلوي أو تكشف خلايا أو أنسجة معينة

هناك عدة اقتراحات لطبيعة عمل ال Effector أول تلك الاقتراحات هي :

أ- Substrate induction وفيها يفترض أن مادة التفاعل هي التي تقوم بدور ال Effector حيث أن القامع يتكون باستمرار إلى أن يتوافر تركيز معين من مادة التفاعل فتقوم بالتأثير على القامع فتغير تركيبة الجزيئي وبذلك يصبح غير قادر على التأثير على ( steric configuration) Operator gene وبالتالي تتمكن Structural genes في إرسال Substrate وبذلك تكون mRNA وتكوين الأنزيمات الخاصة بالعمل على مادة التفاعل مادة التفاعل هي المحفزة على إنتاج الأنزيمات بطريقة غير مباشرة

ب- End product repression في هذا الافتراض أن الكابح أو القامع الذي ينتج regulator gene يكون غير نشط في بادئ الأمر وبالتالي لا يستطيع أن يقوم بعملية inactive يسمح Operator لل Structural بالعمل في إفراز mRNA وإنتاج الأنزيمات التي تعمل على أداء تفاعلات معينة يكون من نواتجها مواد "end product" تعمل على تنشيط القامع لأداء عمله وإيقاف إنتاج الإنزيمات وإيقاف التفاعل بالتالي . ونواتج التفاعلات هذه تكون ذات أوزان جزيئية منخفضة فهي التي تقوم بدور Effector في هذه الحالة.

ج- Repression by Histones هذه النظرية تفترض أن البروتين القاعدي المعروف بالهستون والذي يحتوي على نسبة كبيرة في تركيبه على الحمض الأميني الأرجينين والليسين" والموجود بالكروموسومات يعمل كمادة مثبتة لفصل المادة الوراثية إذا ما اتحد بها وبذلك ينظم فعلها من المراحل الجنينية وحتى الموت.

وهناك تجربة مثيرة تشير إلى أن الهستون هو المنظم لنشاط الجين وذلك من خلال استخدام نظام Cell free system وفي هذا النظام يتم عزل إحدى عضويات الخلية مثل الكلوروبلاست أو الريبوسومات أو الميتاكوندريا المراد دراسة ما بها من التفاعلات ويضاف إليها الأنزيمات الضرورية ومعاونات الأنزيمات ومواد التفاعل لاختبار سير التفاعلات بها".

في هذه التجربة ولدراسة تحكم البروتين الهستوني في عملية النسخ والترجمة في النباتات البقولية والتي تقوم بتخزين Globulin في فلقاتها مثل البسلة. تم استخدام نظام cell free



system وذلك بعزل كروماتين من البراعم الجانبية ومن القلقات "الكروماتين يحتوي علي DNA الخاص بالمعلومات الوراثية الخاصة بإنتاج الجلوبولين بالإضافة إلى البروتين الهستوني" ويضاف إليه كل المكونات المطلوبة لتكوين RNA m وأنزيمات الخاصة بعملية تكوينه مثل أنزيم RNA polymerize وكذلك الريبوزومات المسنولة عن عملية الترجمة وتستخدم بكتريا E. coli كمصدر لتلك المركبات كذلك يشمل cell free system الأحماض الأمينية جميعها وعادة يضاف الليسين المعلم 14leucine c لأنه يدخل في تركيب البروتين القاعدي المعروف بالهستون لاختبار مكان وجوده. ثم يحضن هذا النظام ويختبر بعد ذلك تكوين Globulin من عدمه.

وقد وجد أنه عند استخدام كروماتين من البراعم الجانبية لم ينتج عنها تكون Globulin. أما الكروماتين المعزول من القلقات فقد أمكن بواسطة إنتاج Globulin من خلال نظام cell free system وذلك لاحتواء الأول علي الهستون وخلو الثاني منه وعند فصل DNA عن البروتين الهستوني من كل من نوعي الكروماتين أمكن تخليق Globulin في نظام Cell free system.

ولقد وجد من الدراسات المتقدمة إن كمية الهستونات تتغير مع تغير طور النبات وأثناء الانقسامات الميوزيه للخلايا وأثناء تكوين حبوب اللقاح وتطور الأزهار فقد اختفي الهستون من تلك الأعضاء لذلك وجد الباحثين أن افتراض أن الهستون هو المنظم لنشاط الجين افتراض مقبول ولكن ما زلنا نحتاج إلى كثير من الأدلة علي ذلك.

والسؤال الذي يطرح نفسه الآن هو كيف يعمل الهستون علي تنظيم نشاط الجين وهناك احتمالين لذلك هناك عدة افتراضات :

فيؤدي ذلك إلى تقلص الكر DNA 1- الافتراض الأول Possibility I يتحد الهستون مع يتم ذلك أثناء الانقسام وبذلك يتقدم نشاطه heterochromatic وموسوم ويطلق عليه حينئذ .

الافتراض الثاني Possibility II يقوم الهستون بحجب RNA وبالتالي لا يتكون RNA m ويقوم هنا بدور masked.

- تنظيم نشاط الأنزيم regulation of enzyme a cavity





من المعروف أن الأنزيمات تساعد علي إتمام التفاعلات الكيميائية الحيوية بخفض طاقة التنشيط اللازمة لجزيئ المادة المتفاعلة لكي تتفاعل وذلك عن طريق اتحاده أو ملامسته لها فيتكون المركب الجديد ذو طاقة تنشيط اقل فيتم التفاعل. ويلزم لتأثير الأنزيم وجود مواقع متقابلة من لكي يتم التجمع السطحي للمادة المتفاعلة علي **substrate** الأنزيم والمادة المتفاعلة جزيئات الأنزيم ويطلق علي تلك المواقع في الأنزيم اسم المراكز النشطة وهي عبارة عن مجموعات قابله للتأين مثل مجموعات الكربوكسيل في الأحماض الأمينية ومجموعة في الحمض الأميني الهشتين ومجموعة السلفهيدريل للسستين ومجموعة الأمين **Imidazole** ليسين أو طرف السلسلة الببتيدية .

ويتم تنشيط أو تثبيط التفاعلات الحيوية وبالتالي الظواهر الفسيولوجية بتنشيط أو تثبيط الأنزيم ويتم ذلك بعدة وسائل .

#### أ- التثبيط بالتنافس (Isosteric effete)Competitive inhibition

هناك بعض المواد التي قد تتشابه مع **substrate** تقوم بالادمصاص علي سطح الأنزيم وينتج عن تجمعها السطحي شغل المراكز النشطة للأنزيم وبالتالي منعة من أداء عمله ويطلق علي ذلك **Isosteric effect**. التثبيط اسم التثبيط بالتنافس أو

#### ب - End Product Inhibition ( Allosteric effect )

افترض **1969Bielka** أن نواتج التفاعل قد تؤدي إلي تثبيط فعل الإنزيم و في هذه الحالة و يجب عدم الخلط يكون نواتج التفاعل تعمل كمثبط للأنزيم أو كونها **Allosteric** يطلق عليها **Operator genes** تعمل على تنشيط الكابح الذي يؤثر في **Effection**

و عليه فتتراكم نواتج التفاعلات تعمل على تثبيط أو تقليل سرعة التفاعل الأنزيمي و يرجع ذلك **Reversibility of enzyme** إلى أن تراكم النواتج يعمل على إسرار التفاعل العكسي أو أن تراكم نواتج التفاعل على المراكز الفعالة للأنزيم تقلل من قوة تنشيطه أو تثبيطه **action** كما سبق الإشارة أو قد تسبب نواتج التفاعل تغير درجة تركيز أيون الأيدروجين لوسط التفاعل والذي يعمل على تغير حالة التأين في المراكز النشطة للأنزيم أو يؤثر على قرائن الأنزيمات و بذلك يصبح الإنزيم غير مناسب للعمل فمثلا ينتج عن تحلل الدهون الجليسرول و الأحماض الدهنية و تسبب الأخيرة انحراف درجة أيون الأيدروجين في وسط التفاعل للناحية الحمضية و



و التي تسبب انحراف درجة تركيز أيون  $NH_3$  ،  $CO_2$  كذلك نجد عند تحلل اليوريا ألي الأيدروجين للناحية القلوية.

### 3 – التنظيم بواسطة الهرمونات الداخلية Regulation by phytohormones

و البروتين كما RNA الى الأنسجة الى زيادة تمثيل Kinetin أدت ملاحظة إضافة IAA ، يؤدي لانتاج إنزيم & اميليز في طبقة ألا ليرون في بذور الشيلم ألي اقتراح أن GA أن إضافة تأثير الهرمونات ربما يكون عن طريق تنشيط الجين و الأمثلة التي تؤيد ذلك كثيرة

- عند معاملة نسيج الكلس لنبات الدخان In Vitro بالاكسين بمستوى عالي و منخفض من الكينيتين ينتج من الكلس جذوراً وعندما يكون مستوى ألاكسين منخفض و الكينيتين عالي أدى ذلك الى تكشف نسيج الكلس إلى براعم خضريه .

و هذا يعني أن GA- تشجيع الأزهار في نباتات Long Day Plant و الارتباع باستخدام الهرمونات تعمل على تغيير نشاط أو قمع الجينات

- هناك إشارة الى أن الهرمونات تشترك في تحديد الجنس في النباتات و يبدو أن نسبة ألاكسين و الجبرلين هو المحدد للجنس فيغلب تكوين الأعضاء الأنثوية في وجود مستوى عالي من ألاكسين و الاعضاء المذكرة في وجود مستوى عالي من الجبرلين

- عند تطويش فرع من نبات البطاطس فان البراعم ألا بطية تنمو كورق أما إذا اضيف كلا من IAA ، GA معاً فان تغيرات في الشكل الظاهري للفرع قد تحدث فتتبدل الأوراق بحراشيف عديمة اللون و تستطيل السلاميات و تتجه الفروع الى الأرض بدلا من نموها الرأسى و عند إضافة الكينيتين الى قمة الساق الغير طبيعية فان الساق يغير سريعا من شكله الظاهري و يصبح ساق قائم و ذو أوراق عادية من ذلك يتضح أن الشكل هنا يتغير نتيجة تداخل كل من ألاكسين و الجبرلين و السيوكينين .

- عند معاملة عقل السوق الخشبية بال IAA فانه يشجع انقسام الكميوم و تكشف خلايا فانه يشجع انقسام الكميوم و تتكشف الى خلايا اللحاء و عند إضافة GA الخشب و إذا اضيف في وقت واحد فان انقسام الكميوم ينشط و يتكون الخشب واللحاء بصورة IAA + GA طبيعية . هذه الملاحظة توضح أن طبيعة الاستجابة تعتمد على نسيج الكميوم نفسه و الهرمونات هنا تساعد على الكشف أي أن وجود أو غياب الهرمونات يحدد إذا كان الكميوم



سوف يتكشف أم لا ولكن قدرة الكامبيوم على تكوين خشب للداخل و لحاء للخارج فنعتمد على نسيج الكامبيوم نفسه و ليس للهرمونات دخل في ذلك

- و عليه فإذا سلمنا بأنه من الجائز بان الهرمونات تتحكم في **hanismSwitch gene mec** فليس المستحب القول أن العدد المعروف من الهرمونات هو الذي يتحكم في العدد الهائل من **Gene background** الجينات بالنبات

و هناك عدة احتمالات لميكانيكية عمل الهرمون في تنشيط الجين . نجلها في الآتي :

١ - الفرض الأول يشير الى أن تنشيط أو تثبيط المادة الوراثية يتم بتحرر أو اتحاد الهستون مع المادة الوراثية و يتم ذلك تحت تأثير توازن هرموني معين و أن التوازن الهرموني يقع تحت تأثير توازن بيئي معين

ب - تنشيط الهرمونات أو تثبط خطوة الترجمة بالتأثير على وظيفة mRNA

ج - عن طريق تنشيط تمثيل tRNA

د - التأثير على نظام **ay SystemRel** و فيه يفترض أن الهرمون يؤثر على أي يؤثر في مرحلة رئيسية من مراحل التكشف ثم **Development Mayor Pathways** أو أن الهرمونات تقوم بدور **Relay** تعمل تلك المرحلة كمحرك للمرحلة التالية أي نظام **Relay System** الإشارات أو الذبذبات في نظام

و تبعاً لهذا الفرض قسمت الهرمونات الى **Transcription** ه - التأثير في عملية النسخ **GA ، IAA ، K** مثل **Positive** هرمونات إيجابية التأثير

وأخرى سالبة التأثير أو مثبطة **Negative** على العمليات المختلفة

و قبل أن نفرض التفسيرات التي توضح كيفية تأثير الهرمونات في تنشيط الجين . يجب إلقاء الضوء عن حالات الجين المختلفة من حيث التنشيط والتثبيط وهي كالتالي :

و هو الجين النشط قبل تنشيطه و يظل كذلك بعد عملية التنشيط **Active genes (a)** أ -

و هو الجين الغير نشط قبل تنشيطه و غير نشط بعد التنشيط **Inactive gene (ina)** ب -



و هو الجين النشط قبل التأثير عليه وغير نشط ( potentially active gene ) ( p.a ) -ج- بعد المعاملة الهرمونية.

ولتفسير دور الهرمونات في تنشيط الجينات هناك عدة افتراضات سوف نوجزها في الآتي:

الفرض الأول: تقوم الهرمونات ذات التأثير الإيجابي مثل الأكسينات والجبرلينات والسيتوكينات بتنشيط والجينات القابلة للتنشيط مثل  $a, a.p, p, ina$  في حين تثبط الهرمونات السالبة مثل  $P.a, P.ine$  حمض الأبسيسك كل الجينات القابلة للتنشيط مثل

الفرض الثاني: في هذا الفرض يقترح بناء على نموذج جاكوب وموند أن Regulator gene ينشط أو يثبط جين واحد فقط وذلك بإفراز الكابح كما سبق ذكره. وأن الهرمونات أو المستوي الهرموني يقوم بدور Effects في تأثيره على تغير طبيعة الكابح وبذلك يطلق قدرة الجين في التغير عن نفسها في صورة RNA .

الفرض الثالث: في هذا الفرض يقترح أن الهرمونات لا تقوم مباشرة بتنشيط الجين بل هي تؤثر في سير تفاعلات معينة أثناء عمليات التمثيل وان إحدى أو بعض نواتج تلك التفاعلات هي التي تقوم بالتنشيط والتثبيط للجين.

الفرض الرابع: هي نظرية أطلق عليها حديثاً Second messenger تفترض هذه النظرية أن تأثيرات الهرمون لا يكون مباشراً لذلك أفترض أن الهرمون هو رسول أول في التأثير على الظواهر الفسيولوجية وهو يعمل على حث أو تكوين رسول ثاني وهو المسئول عن إظهار (CAMP) Cyclic تأثيرات الهرمونات . وقد اقترح zenk 1970 أن الرسول الثاني هو وهو الذي يؤثر على العمليات المختلفة مثل: Adenosine monophosphate

فالهرمون ينشط إنزيم Adeno sine triphosphate والذي يقوم بتحويل (ATP) إلى والذي Kinase cAMP ثم يقوم الأخير بالتأثير في عديد من الأنزيمات مثل تنشيطه لأنزيم له دور في فسفرة عديد من المواد من أهمها البروتينات الهستونية فيؤدي ذلك إلى إيقاف وبالتالي تسمح له بعملية النسخ وعليه فالهرمون هنا ينشط الجين من خلال DNA تثبيطها للرسول الثاني بطريقة غير مباشرة .

أما مستوى cAMP الداخلي فيمكن تنظيمه بواسطة تنشيط adenylyclase والذي يعمل والذي يعمل على هدم رابطة الأسطر Phosphodiesterase على بناءه بواسطة تنشيط إنزيم الفسفورية في جزيئه فيتحول إلى مركب غير نشط هو Adenosine monophosphate





لتكوين انزيم GA وكمثال على تنشيط cAMP فى النباتات الراقية ما نجدة من تنشيط الاميليز فى طبقة الاليرون فى بذور النجيليات .

هناك ايضا اعتقاد أن الاثيلين يقوم بدور second messenger حيث انه يتكون فى كل الخلايا بتركيزات مختلفة ويبدأ تكوينه من الحمض الأميني الميثونين وميكانيكية هدمه ليست ضرورية حيث انه غاز يتصاعد إلى الفضاء الخارجي atmosphere وهناك كثيرا من الدلائل على أن IAA هو المحفز لانتاج الاثيلين مما يؤكد هذا الاعتقاد أن الهرمونات أو مستوى معين من الهرمونات تؤثر فى إنتاج الاثيلين ويقوم هو بدور الرسول الثاني فى التأثير على نشاط الجينات بالسلب أو بالايجاب .

ثانيا : التنظيم بتأثير العوامل الخارجية Regulation by external

### 1- درجة الحرارة Temperature

تتميز التفاعلات الحيوية بان لها درجات حرارة خاصة تؤثر على سرعتها . ولكن تفاعل حيوي (Q) (و المعامل الحراري هو مقدار الزيادة في سرعة التفاعل 10معامل حراري خاص ) الحيوي عند درجة حرارة 10مئوية عند درجة الصفر المئوي )

و عموما فدرجة الحرارة المثلى لمعظم النباتات تتراوح بين 24م – 32م وتكون درجات الحرارة اقل او ازيد من ذلك ضارة بسير التفاعلات الحيوية ويختلف مقدار الضرر باختلاف النبات . ونظرا لان لكل تفاعل حيوي معامل حراري خاص به لذلك نجد أن التغير في درجات الحرارة بالزيادة أو بالنقصان سوف يصبح مفضل لتفاعل حيوي عن آخر وبذلك تصبح درجة الحرارة عامل منظم لسير التفاعلات الحيوية وعمليات التمثيل الغذائي وعمليات التكشف ، وعليه نجد أن لكل طور من أطوار النمو درجة مثلى من درجات الحرارة تختلف عن الأطوار الأخرى . والأمثلة على دور درجة الحرارة في التأثير على عمليات التكشف عديدة سنورد منها على سبيل المثال لا الحصر فقد وجد 1972 Caso & Kefford عند دراسة على نبات لتكوين النموات الخضرية العرضية In vitro أن زراعة الجذور Chondrilla juncea 22 ليلا – 27م نهاراً ، 16 – كان افضل عند درجة حرارة 21 Adventitious shoot عليها أن درجة 1969 Gautberet افضل من تعرضها لدرجة واحدة مستمرة هي 25م . كما وجد حرارة 26 نهارا ، 15 ليلا افضل في تجدير قطاعات فن درنات الطرطوفة افضل من 25م مستمرة أشار الى أن درجة الحرارة العالية نهارا تشجع على تخليق الكامبيوم في حين تشجع درجات الحرارة المنخفضة ليلا على تكشف الكامبيوم إلى مبادئ خروج الجذور .



## 2- الضوء Light

يجب النظر إلى الاحتياجات الضوئية للنباتات ليست لتمام عملية البناء الكربوهيدراتي و البناء الضوئي فحسب بل أن للضوء دور هام في عمليات التكشف ويعمل الضوء بميكانيكيات أخرى غير ميكانيكية التمثيل الضوئي في كثير من عمليات التميز والتكشف في النبات مما أطلق عليه اسم **phogenesisPhotomor** وفي دراسة زراعة الأنسجة وجد **Naylos & Nobel 1986** أن أقصى تخليق للجذور على قطاعات من درنات الطرطوفة يكون عند تعريضها لكثافة **Margara 1969** باستعمال ضوء لمدة 12 ساعة في حين وجد **Lux** ضوئية قدرها 5000 فقط ولمدة 9 **Lux** من نبات القرنبيط كان **Explant 400** أن الحد الأقصى لتخليق الجذور على أن نشأه الجذور العرضية لا تتكون على **Alleweldt & Radlar 1961** ساعات كما وجد شرائح سيقان نبات قصير النهار لاحدي أصناف العنب إلا إذا عرضت لظروف النهار القصير فقط.

**Lactuca sativa** كذلك نعلم أن هناك عدد من البذور يشجع الضوء من إنباتها مثل الخس كما وجد أن الضوء الأحمر يشجع على الإنبات في حين الأشعة فوق الحمراء تثبط ذلك الإنبات وبالمثل هناك تأثيرات مشابهة للضوء على عمليات التكشف الأخرى مثل عملية الإزهار.

وتحتوي خلايا النباتات الراقية على نظام صبغي يعرف بالفيتو كروم يمتص الضوء الأحمر ويتحول إلى صورة أخرى قادرة على امتصاص الفوق احمر ثم تتحول الصورة الأخيرة إلى هذا النظام الصبغي يرتبط **Far red** الصورة الأولى عند امتصاصها للضوء فوق الأحمر ويتركب من سلسلة من حلقات البيروك **Chromoprotein** بالبروتين ولذلك أطلق عليه اسم التي ترتبط فيما بينها بذرة كربون.

### الفيتوكروم و تنشيط الجين

مازال دور الضوء غير معروف في تنشيط الجين مباشرة أو بطريقة غير مباشرة مثل تأثيره على إحدى عمليات التمثيل والتي تقوم بدورها في تنشيط الجين كما أو يقوم بالتأثير على عدد لمنع عمل **Regulator gene** من **Effectors** الخاصة بالتأثير على الكابح الذي يفرزه **Operator gene**

أو انه تحت تأثير توازن بيئي معين (حرارو - ضوء ) .

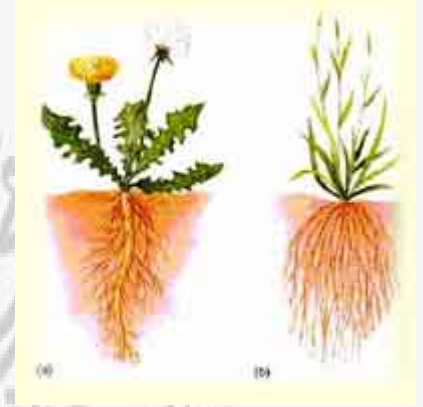
النمو الجذري



يظهر النمو الابتدائي في المنطقة التي تلي قلنسوة الجذر مباشرة نشاط مرستيمي شديد وتتحول المنطقة الوسطى في مرستيم الجذر أثناء النمو إلى الكامبيوم الأولي الذي يعطى بدوره الأنسجة الوعائية ثم يحدث تكشف للخلايا وفتصبح مميزة للنسيج الذي تدخل في تكوينه. تلي المنطقة المرستيمية منطقة قصيرة لا يزيد طولها عن المليمتر الواحد تستمر فيها استطالة الخلايا رغم توقف الانقسام . و لما كانت الخلايا أثناء نموها تتخذ أشكالاً و أحجاماً شديدة التباين لذلك يجب أن يتأثر حجم كل خلية وشكلها بطريقة ما بالتغيرات التي تطرأ على الخلايا الملاصقة لها وينتج عن استمرار تكوين و استطالة الخلايا الجديدة الناتجة عن الانقسام بروز قمة الجذر محمية بالقلنسوة إلى الأمام ويحدث الكشف في الجزء العلوي من منطقة الإستطالة.



ثم ينشأ النمو القطري للجذور من نشاط المرستيمات الجانبية أو الكامبيوم كما في حالة السيقان ويتركب الكامبيوم من طبقة سمكها خلية تقع بين الخشب و اللحاء وينشط الكامبيوم عادة في تكوين الخلايا قبل إنتهاء نمو جميع الأنسجة الابتدائية الموجودة في نفس مستوى الكامبيوم اللسان و بتتابع إنقسامات الكامبيوم في اتجاه عمودي على محورها القطري يتكون الخشب الثانوي للداخل و اللحاء الثانوي للخارج وبذا يزداد قطر المحور كما يزداد طول الأشعة الوعائية. و ثم ينشأ النمو القطري للجذور من نشاط المرستيمات الجانبية أو الكامبيوم كما في حالة السيقان ويتركب الكامبيوم من طبقة سمكها خلية تقع بين الخشب و اللحاء وينشط الكامبيوم عادة في تكوين الخلايا قبل إنتهاء نمو جميع الأنسجة الابتدائية الموجودة في نفس مستوى الكامبيوم اللسان و بتتابع إنقسامات الكامبيوم في اتجاه عمودي على محورها القطري يتكون الخشب الثانوي للداخل و اللحاء الثانوي للخارج وبذا يزداد قطر المحور كما يزداد طول الأشعة الوعائية.



كما تقسم الجذور الى جذور تنتشر أفقيا حيث تنمو موازية لسطح التربة واخرى متعمقة تتعمق إلى اسفل في التربة.

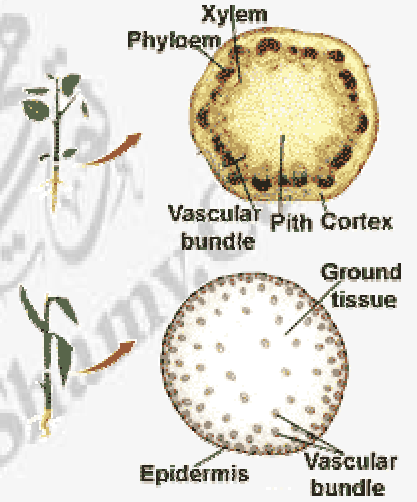


وتتميز الجذور عن السوق تشريحيا بوجود القلنسوة التي تغلف قمة الجذر والتي تحميه من الإحتكاك بسطح حبيبات التربة ، يتمزق السطح الخارجى للقلنسوة بالتدرج ويصير لزجا مما يساعد على انسيابه بسهولة بين حبيبات التربة ويعوض ما تمزق من الخلايا السطحية للقلنسوة الجذر تشريحيا بخلايا جديدة تضيفها القمة النامية الى القلنسوة من الداخل ، كما يختلف بالوضع المتبادل قطريا بمجاميع الخشب و اللحاء من الداخل ووجود الخشب الأول بالخارج عكس الساق حيث أن الخشب الأول للداخل كذلك يختلف تركيب الجذور ذات الفلقة الواحدة بوجود مجاميع خشب عديدة عددها حوالي خمسة عشر إلى عشرين حزمه في حين أن مجاميع الخشب تكون قليلة في ذات الفلقتين فتكون ثنائية الحزم أو رباعيتها أو ثلاثية الحزم و يكون اللحاء في الجذور ذات الفلقة الواحدة من أنابيب غربالية و خلايا مرافقة أي لا يوجد براشيمية اللحاء بينما توجد هذه الخلايا البراشيمية في جذور ذات الفلقتين كما في القشرة تكون





أكبر نسبيا من ذات الفلقتين و لكنها تبقى لمدة طويلة حيث تتميز هذه الجذور بعدم نموها في السمك.



شكل يوضح اختلاف الجذر تشريحيًا بالوضع المتبادل قطريا لمجاميع الخشب و اللحاء من الداخل ووجود الخشب الاول بالخارج عكس الساق حيث أن الخشب الاول بالداخل

أما انواع الجذور العرضية فهي :

### - الجذور الليفية الخيطية Fibrous Root

وتكثر في النباتات ذات الفلقة الواحدة و تنشأ لتحل محل الجذر الابتدائي الذي يتوقف عن النمو كما تتكون على السوق الأرضية كالأبصال والريزومات و على السوق الهوائية المدادة أو الجارية كالشيليك



### Prop Roots الجذور المساعدة



تخرج من العقد السفلى القريبة من الارض على سيقان بعض النباتات كالقصب وهي تساعد على تدعيم النبات و حفظه دائما قائما و مقاومة الرياح و المؤثرات الخارجية .



### الجزور الشاذة Contraetile Roots

اسفل الكورمات و الأبصال و تمتاز بتقلصها إلى أسفل فتشد النبات لأسفل فتهبط بالكورمة أو البصلة إلى المستوى الملائم .

#### - الجزور الهوائية

تخرج من الأجزاء الهوائية كالسيقان وتقوم بامتصاص الماء من بخار الماء الجوى قبل أن تصل لسطح التربة لتقوم بالامتصاص و مساعدة النبات في الامتصاص كما في التين البنغالي .

#### - الجزور التنفسية

هى الجزور التي لنباتات تعيش في المستنقعات الطينية حيث أن التربة رديئة التهوية و مشبعة بالماء وهى تربة محتواها عالي من ثاني أكسيد الكربون نتيجة تحلل المواد العضوية فلا تجد تلك النباتات إحتياجاتها الملائمة من الأكسجين اللازم لتنفس خلايا الجزور فتخرج جذور عريضة تنفسية تنبثق من جذور أفقية تمتد مسافات طويلة تحت سطح التربة وتتجه لأعلى بدلا من أسفل بالامتصاص الأكسجين وتحتوى في أنسجتها الداخلية فراغات هوائية واسعة و على سطحها عديسات وظيفتها توصيل الهواء الجوى للفراغات الهوائية التي تتخلل أنسجة الجزور.

#### النمو التكاثرى:

يشير لفظ لنمو التكاثرى في النباتات البذرية إلى تكوين الأزهار والثمار والبذور. والأحداث الرئيسية في النمو التكاثرى لنبات بذري هي ظهور مرستيم اصل الزهرة ونضج الأجزاء الزهرية وتكوين حبوب اللقاح داخل ألمنك وتكون كيس جنيني يحوي نواة البيضة والتلقيح والإخصاب وتكوين الجنين من البيض المخصبة وتكون اندوسبيرم من نواة الاندوسبيرم وتكون البذرة من البويضة وتكون الثمرة من المبيض والأنسجة المجاورة له ويمكن تمييز مرحلتين



رئيسيتين في النمو التكاثري هما مرحلة الأزهار ومرحلة الأثمار. وتتحكم في مرحلة الأزهار الهرمونات النباتية الداخلية.

الأزهار:

تستمر بعض مرستيمات السوق القمية في النمو الخضري غير أن بعضها يتحول في حياة معظم النباتات إلى مرستيم زهري يحدث تحول من الحالة الخضرية إلى الحالة الزهرية كلما هيأت الظروف البيئية ظروفًا داخلية في المرستيم تكفي حفز تكون الأزهار ويختلف الزمن الذي يقضيه مرستيم قمى معين في الحالة الخضرية قبل أن يتحول إلى مرستيم زهري اختلافًا كبيرًا من طراز نباتي إلى آخر ومن مرستيم إلى آخر أو نتحكم فيه العوامل الوراثية و البيئية تحكما جزئيا قبل حدوث التخلق في البرعم الزهري يحدث ما يعرف بالتنبيه الزهري أو الحث الزهري Flower Induction وهو عبارة عن تميزات فسيولوجية غير المرئية التي تتعلق بالظروف الأيضية داخل المرستيم ، تلي تلك المرحلة حدوث نشأ البرعم الزهري Initiation وهو أول تغير ميكروسكوبي يحدث عند تحول المرستيم الخضري إلى مرستيم زهري وهو تغير يشمل شكل المرستيم إذ يبدو كما لو كان قد تعطل في الجزء المركزي حتى يصبح المرستيم مفلطحًا عند قمته بدلا من شكله المخروطي نوعا.



البرعم الزهري بعد مرحلة الحث الزهري

البرعم الخضري قبل تحوله لبرعم زهري

تلي تلك المرحلة مرحلة التخليق أو التمييز الزهري Differentiation أي حدوث تمييز وتشكيل لخلايا المرستيم حيث تنمو زوائد صغيرة من هذا المرستيم المحور في ترتيب سواري منتظم وهذه الزوائد هي التي يتكون فيها أجزاء الزهرة بطريقه تشبه تكون الأوراق وبذلك يقال أن البرعم الزهري تكون و أن مرحلة التحديد Determination قد حدثت ثم يحدث الكشف الزهري أي تفتح البرعم عن الزهرة الكاملة والذي يطلق عليه Flower Development .

تأثير درجة الحرارة على التزهير:



يرتبط تأثير درجة الحرارة على الأزهار ارتباطا وثيقا بتأثير التوافق الضوئي وبدراسة التأثير المشترك لدور الحرارة و فترة الإضاءة نجد أن تأثير هذا العامل يدعم تأثير فترة الإضاءة في تحفيز الأزهار أو تثبيطه أو انه يعمل على معارضته و في الحالة الأخيرة قد يسود تأثير الحرارة أو فترة الإضاءة تبعا لنوع النبات

وتؤثر درجة الحرارة في الآلية الهرمونية للأزهار بطرق متعددة فقد تؤثر في معدلات التخليق أو معدلات الإتلاف للمركبات المعنية بالأزهار وفي معدل انتقالها من الأوراق إلى المرستيمات وقد تؤثر في فاعليه الهرمون أو في إحداث التغيرات المرفولوجية في المرستيمات ، وقد لوحظ أن تحفيز الأزهار بتأثير الحرارة يكون اكثر تأثيرا في فترة الإظلام من درجة الحرارة في فترة الإضاءة فقد وجد أن درجة 13م أثناء فترة الإظلام أعطت عدد براعم زهرية اقل كثيرا منها حيث كانت درجة حرارة الإظلام من 18 الى 24 م ، كذلك كانت اقل مما سبق عندما كانت درجة حرارة الإظلام 29 و لكن كانت افضل من البراعم الزهرية المتكونة عند 13 درجة ليلا .

كذلك لدرجة حرارة الليل تأثير هام على تفاعلات التوافق الضوئي للنباتات فمثلا نبات الدخان أزهى تحت فترة إضاءة قصيرة 9 ساعات إذ كانت درجة حرارة الليل 18م ولم تزهى تحت فترة إضاءة طويلة 16 ساعة ودرجة حرارة 18م وحينما كانت درجة الحرارة 13م أزهى النبات تحت كل هاتين الفترتين من الإضاءة . أما عن درجة الحرارة المنخفضة فقد وجد أن التأثير المعطل لليالي الباردة على تحفيز الأزهار في درجة النباتات ناتج بصفة مبدئية عن تأثيرها على التفاعلات التي تؤدي إلى الأزهار أكثر من تأثيرها على انتقال المواد المحفزة للأزهار و تكشف الأجزاء الزهرية وهذه الأنواع التي تتأثر بالحرارة لا تستبعد هذا التأثير إلا عندما يكون للنبات عدد معين من الأوراق.

### تأثيرات التوافق الضوئي Light Quality Photoperiodism :

لا شك أن الضوء هو أحد المؤثرات الهامة في حياة النبات حيث تختلف استجابة النبات في الظلام عنه في الضوء ، ويقوم باستقبال هذا المؤثر مستقبل للموجة الضوئية (صبغة) ينتج عن آثارها تنشيط المستقبل والذي ينشأ عنه تفاعلات كيميائية تؤدي في النهاية الى الاستجابة العامة للنبات فيما يعرف بالعملية الضوئية الحيوية Photo biological Process ومن بين ما درس من العمليات الضوئية الحيوية : التمثيل الضوئي – الانتحاء الضوئي – التأكسد الضوئي – الانبساط الضوئي للورقة – تثبيط استطالة الساق – التزهير – التأقت الضوئي



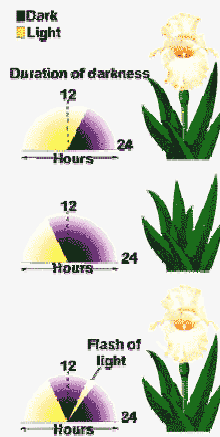


التأقت الضوئى هو استجابة النبات للعلاقة النسبية لفترات طول الضوء والظلام المتعاقبة وتشمل تأثير مدة التعرض للضوء والظلام وكمية الضوء المستقبلية والتي تسمى الاستجابة للفترة الضوئية **Photoperiodic response** فالتزهير والنمو الخضرى وانبات البذور وتساقط الأوراق والسكون ما هى إلا مظاهر استجابة النبات للفترة الضوئية

فى عام 1920 ظهر أول تفسير لتأثير التأقت الضوئى على التزهير بواسطة العالم &Garner Allard حيث وجد أن طفرة نبات الدخان المسمى Maryland Mammoth لا تزهر فى الحقل فى اشهر الصيف حيث الفترة الضوئية الطويلة (نهار طويل) ومع ذلك فعند إنمائها فى الصوبة تحت ظروف إضاءة قصيرة فقد أزهرت بغزارة وعلية استنتج أن استمرار حالة النمو الخضرى تحت ظروف النهار الطويل تمنع تكون البراعم الزهرية لتلك النباتات وان الأزهار لا يتم إلا إذا تعرضت لنهار قصير مع استبعاد العوامل الأخرى مثل درجة الحرارة والتغذية وشدة الإضاءة وبذلك ظهر أول دليل على ان طول النهار يتحكم فى الأزهار وعرف ذلك حينئذ بالتواقت الضوئى .

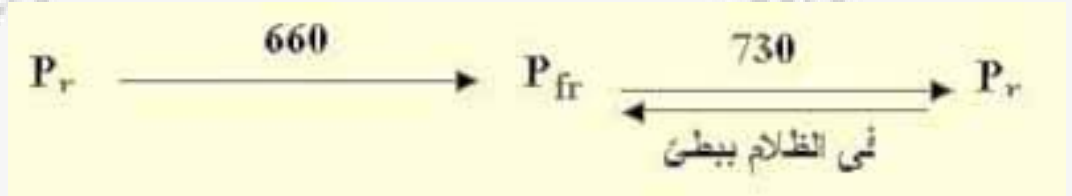
أهمية فترة الظلام وفترة الإضاءة:

لاحظ الباحثون الأوائل Allard & Garner أن النبات لا يزهر بالرغم من تعرضه للدورة الضوئية الاستثنائية الصحيحة إذا كسرت فترة إظلامه المستمرة بواسطة فترة ضوئية قصيرة بينما كسر فترة الإضاءة بفترة إظلام قصيرة فليس لها إلا تأثيرا ضئيلا جدا. من تلك النتائج تبين أن التزهير يكون اكثر استجابية لفترة الظلام من فترة الإضاءة فطول فترة الظلام اكثر أهمية لتشجيع التزهير إلا أن فترة الإضاءة تأثيرها كمى على التزهير.





وقد وجد الباحثين أن فترة الإظلام تحدد إنشاء المبادئ الزهرية **Initiation of floral primordia** إلا أن طول الفترة الضوئية يؤثر في عدد المبادئ الزهرية. الآن لابد من التساؤل هل لشدة الإضاءة تأثير على عدد المبادئ الزهرية الأولية المتكشفة؟ والإجابة أنه قد يكون لشدة الإضاءة تأثير على تخليق وتهيئة بعض العوامل أو الهرمونات الأساسية اللازمة للإزهار تكون الاستجابة لطول الفترة الضوئية عن طريق صبغة تعرف **Phytochrome** حيث تتواجد في صورتين إحداهما تمتص الضوء في منطقة الأشعة تحت الحمراء و صورة تمتص الضوء في منطقة الضوء الأحمر و يرمز للأولى **Pfr** الثانية **Pr** وهاتين الصورتين يحدث بينهما تحول من إحدى الصور إلى الأخرى.

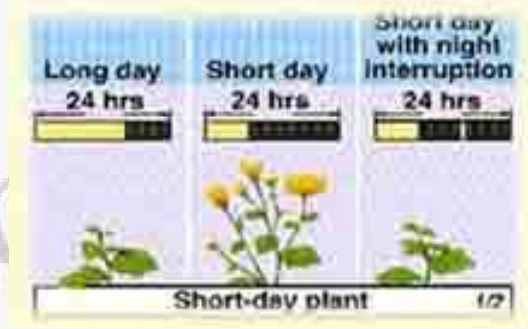


هذا الجهاز هو الذي يتحكم في قياس طول فترة الإضاءة اليومية في النبات ومحصول ضوء الشمس تكون الأشعة الحمراء هي السائدة على تحت الحمراء وبالتالي تتحول الصورة التي تمتص الضوء الأحمر إلى **Pr** إلى **Pfr** وفي الظلام يحدث تحول الـ **Pfr** إلى **Pr** ودلت الأبحاث إلى أن الصورة المنشطة للأزهار هي **Pfr** وقد قسمت النباتات حسب الاستجابة لطول الفترة الضوئية للتهيا للأزهار إلى نباتات قصيرة النهار **Short day plants** ونباتات طويلة النهار **Long day plants** ونباتات محايدة **Day neutral plants** **Indeterminate plant** نباتات النهار الطويل هي التي تحتاج لحد أدنى من ساعات الإضاءة لكي تزدهر أي يجب أن تزيد ساعات الإضاءة إلى الحد الحرج اللازم لأزهارها.

أما نباتات النهار القصير فهي التي تحتاج لحد أدنى من فترات الظلام لكي تزدهر أي يجب أن تقل فترة الإضاءة اليومي عن الحد الحرج اللازم لأزهارها ، وهناك نوع من النباتات يلزم لكي يزهر النبات أن يتبع النهار الضوئي فترة من النهار القصير أو العكس لا تزهر بل تظل على الحالة الخضريّة إذا تعرضت لطول نهار أكبر من تلك الفترة الحرجة ، وتختلف طول الفترة المسماة بطول النهار الحرج **Critical day length** باختلاف الأنواع النباتية. أما نباتات النهار القصير فهي التي تحتاج لحد أدنى من فترات الظلام لكي تزدهر أي يجب أن تقل فترة الإضاءة اليومي عن الحد الحرج اللازم لأزهارها ، وهناك نوع من النباتات يلزم لكي يزهر النبات أن يتبع النهار الضوئي فترة من النهار القصير أو العكس لا تزهر بل تظل على الحالة



الخضرية إذا تعرضت لطول نهار اكبر من تلك الفترة الحرجة ، وتختلف طول الفترة المسماة بطول النهار الحرج Critical day length باختلاف الأنواع النباتية.



أما النوع الأخير فهي التي لا تتأثر فترة الإضاءة وهي النباتات المحايدة في تلك النباتات فالأزهار ينظم داخليا دون التأثير بالظروف البيئية وهذه النباتات تظهر خاصية Heteroblastic والتي يكون فيها الأوراق المبكرة كبيرة في الحجم عند اكتمال نموها و تصغر الأوراق الناتجة بعد هذا تدريجيا بمعنى أن النبات يأخذ الشكل الهرمي فعندما يبدأ النبات في الأزهار وعند وصوله لمساحة ورقية معينة أو أن القمة تنتظر تراكم كمية مناسبة من هرمون الأزهار والذي يتخلق و يتراكم في القمم النامية. في النباتات ذات الحولين لا يزهر النبات إلا بعد توافر وتراكم عدد ساعات من الحرارة المنخفضة فيكون على أثرها هرمون الأزهار وعلى ذلك فإن وجود مواد ذات طبيعة هرمونية تحفز الأزهار و أن معدلات تخليق و إتلاف مثل هذه المواد تتأثر بدورة التوافق الضوئي وقد وجد أن الأوراق هي العضو المستقبل المؤثر وان الأوراق الكاملة النمو Mature أكثر حساسية لاستقبال المؤثر من الأوراق الناضجة أو الصغيرة جدا ثم ينتقل التأثير عن طريق إشارة كيميائية من الأوراق ينتج عنها الهرمونات المؤثرة على إنتاج هرمون الأزهار Florigen والذي ينتقل خلال اللحاء إلى البراعم ليؤثر على الأحماض النووية بها و التي توجه نحو تخليق إنزيمات معينة هي المسؤولة عن التحول الزهري.

الدورات المتعاقبية للضوء والإظلام المحثة للأزهار:

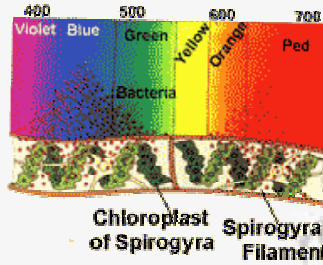
اهتم الباحثين بدراسة العلاقة بين عدد الدورات المتعاقبة للتأقت الضوئي والتزهير. وقد وجد أن عدد الدورات يختلف اختلافا كبيرا تبعا للنوع النباتي فنباتات السلفيا ( نهار قصير ) تحتاج الى 17 دورة تأقت ضوئي محفزه على التزهير ، اما نبات البلاناجو ( نهار طويل ) يحتاج الى 25 دورة ويبدو أن عدد الدورات المتعاقبة هنا هام لتراكم كمية كافية من عامل التزهير لكي يدفع النبات الى التزهير.



## نوع الضوء والتأقت الضوئي:

لوحظ في التمثيل الضوئي ان أطوال الأطياف الأكثر تأثيرا على عملية البناء الضوئي قد وجدت في المنطقة الزرقاء والحمراء في الطيف المرئي وتقوم صبغة الكلوروفيل بامتصاص تلك الموجات الضوئية.

أما الطيف الفعال في انحاء غمد الريشة للشوفان والناشئ عن تحلل الاكسين ضوئيا فان الطيف الممتص يكون مشابه لذلك الممتص بواسطة الريبوفلافين Riboflavin



لذلك فمن المتوقع أن تكون صبغة الريبوفلافين هي المستقبل للتأثير الضوئي في تحلل الاكسين.

وقد اقترح في دراسة على الطيف المؤثر على عملية الأزهار أن المستقبل للطول الضوئي المؤثر في التأقت الضوئي يقع بين طول موجي يقع ما بين 620 – 660 nm " البرتقالي والاحمر " لذلك الكسر الضوئي ليل الطويل للنباتات قصيرة النهار وأن الصبغة المستقبلية هي الفيتوكروم وهو بروتين صبغى Chromoprotein يتكون من تترابيرول كروموفور مرتبط بالبروتين للحلقة الثالثة من حلقات البيروول ، وان التغير من صورة Pr الى Pfr والعكس هو عبارة عن تغير إلكتروني في الحلقة الأولى مع إضافة أو فقد بروتون ( أيون أيروجين ) وان الصورة النشطة هي صورة Pfr . إن الإشارة الضوئية التي يستقبلها الفيتوكروم تتحول الى إشارة بيوكيميائية في صورة تمثيل هرمونات الأزهار والذي يعتقد أنها الفلورجين Florigen ( اى عامل الأزهار ) والذي لم يحدد كنته ولكن يفترض وجوده كمحث على التحول الزهرى وهناك العديد من التجارب التي أثبتت وجوده رغم عدم القدرة على استخلاصه حتى الآن ، لكن الأبحاث تشير على انه يتبع مركبات الايزوبرينويد أو مشابهات الاستيرولات. منظمات النمو وعلاقتها بالأزهار :





قبل الاستفاضة في هذا الموضوع يجب التنبيه على التفرقة بين تأثير منظمات النمو على التبكير في وقت الأزهار أي إسرار التكشف الزهري و التأثير على عملية الحث الزهري Flower Induction نفسها.

الأكسين: ثبت أن للأكسين ليس له أي تأثير منشط على الأزهار بل في غالب الأنواع النباتية له تأثير مانع على الحث الزهري بكل من النباتات النهار الطويل و القصير على السواء لذلك اقترح Galston أن كل من الأكسين و الفلوروجين متضادان في التأثير antagonistic وبالطبع تعمل مضادات الأكسين مثل Tiba التي تمنع حركة الأكسين لأسفل على تنشيط الأزهار . ولهذه القاعدة شواذ حيث وجد ان الأكسين يشجع أزهار نبات الأناناس ونباتات أخرى من العائلة Bromeliaceae ثم اتضح فيما بعد انه من الممكن أن ينشط أزهار أنواع من النباتات الطويلة النهار وأخرى قصيرة النهار بالأكسين على أن تلي المعاملة ظروف من الحرارة المنخفضة أن تكون المعاملة بالأكسين قبل حدوث Flower induction وقد ثبت أن هذا الفعل التنشيطي للأزهار راجع إلى أن الأكسين في مثل هذه الحالة يعوض فترة الإضاءة الطويلة ، إلى أن التركيزات المرتفعة منه كانت مانعة للأزهار تماما .

جبرلين: تزهر كثير من نباتات النهار الطويل بعد معاملتها بالجبرلين حتى في ظروف النهار ولكن إذا تجاوز احتياج النبات النهار الطويل وأي عامل آخر مثل الحرارة المنخفضة فإنه يعجز عن دفع النبات للأزهار على ذلك لا يمكن أن يعوض الجبرلين كل من النهار الطويل و الارتباع معا ، وقد أثرت التركيزات المرتفعة للجبرلين تأثيرا مانعا للأزهار في نباتات النهار الطويل وبدلا منه زاد النمو الخضري حتى تحت ظروف النهار الطويل . أما في النباتات قصيرة النهار فلم تجدي المعاملة به في دفع الأزهار تحت ظروف مغايرة لتلك اللازمة للأزهار وحتى في ظروف النهار القصير أدت المعاملة إلى منع الحث الزهري ويعتقد أن الجبرلين يمنع الأزهار في جميع النباتات قصيرة النهار . أما عن دور الجبرلين على الأزهار فيرى البعض انه يؤثر على إنتاج مواد في الخلية مما يهيئها "الخلية لتصنيع المؤثر الزهري Flowering Stimulus وقد اقترح ان مولد الجبرلين يتحول إلى مشابهات الجبرلينات في الضوء وفي الظلام يتحول مولد الجبرلين ثانيا الى مشابهات الجبرلين حتى تتجمع كمية كافية من مشابهات الجبرلين النسج النباتي فيبدأ هرمون الأزهار في التخليق.





ومن هنا كان تأثير الجبرلين المضاف على نباتات النهار الطويل دون النباتات النهار القصير ويضيف 1961Chailaklyan ان هناك مادة أخرى افترضها تسمى Anthesis تتكون في الظروف الضوئية الغير مناسبة للأزهار حيث يكون الجبرلين منخفض فتؤدي المعاملة بالجبرلين عندئذ الى الأزهار ، أما في حالة النباتات قصيرة النهار والمعرضة لظروف ضوئية غير مناسبة "نهار طويل " يكون مستوى الجبرلين مرتفع ومستوى Anthesis منخفضة لذلك لا تؤدي المعاملة بالجبرلين إلى حدوث التأثير الزهري. ولوقت المعاملة بالجبرلين على نباتات النهار القصير اثر كبير في حدة منع Flower induction فعند المعاملة به وقت الحث الزهري يكون المنع كبيرا وتخف حدة المنع بالبعد عن الوقت الذي يبدأ فيه الحث الزهري ويستحسن أن تكون المعاملة في وقت تطور المبادئ الزهرية . وعموما إذا احدث الجبرلين تنشيطا على النمو الخضري فانه يمنع في نفس الوقت حدوث التزهير وذلك انه في وقت حدوث الحث الزهري يتوقف النمو الخضري نسبيا. ويجب الانتباه إلى تأثير الجبرلين عند معاملة أشجار الفاكهة صيفا يعوض التأثير على النمو الخضري فمن الغالب حدوث الحث الزهري صيفا وفي نفس وقت المعاملة مما يجعله يتأثر أيضاً بمعاملات الجبرلين فقد وجد أن رش التفاح بالجبرلين صيفا قلل عدد البراعم الزهرية للموسم التالي أي أن هناك تأثير مانع للحث الزهري وقد يستفاد من ذلك من التغلب على ظاهرة المقاومة في كثير من أشجار الفاكهة. وإختلفت نتيجة المعاملة على نباتات الخضر إذا أسرع الأزهار في الطماطم والفاصوليا و البسلة ولم يكن التطبيق عملي للاستطالة الزائدة في النمو الخضري نتيجة المعاملة ، وفي إيصال الايرس أدى حقن الأبصال في بدء فترة التخزين البارد بالجبرلين إلى زيادة تكوين الأزهار بزيادة عدد المبادئ الزهرية نتيجة المعاملة.

#### السيبتوكينين:

للسيبتوكينين تأثير موجب على دفع أنواع نباتية كثيرة للأزهار حتى تحت ظروف غير ملائمة لحدوثه فقد يزيد السيبتوكينين من استجابة نباتات النهار القصير الأزهار تحت ظروف ضوئية غير ملائمة للأزهار عند معاملة أوراقها الجينية بالباردة وقد حصل 1969Nitsch على إزهار أنسجة ago indicaPlimb ذات النهار القصير بعد المعاملة به خاصة عند استعمال Zeatin أو Kinetien أو Benzyl adenine (methyl amino purine 6)

#### المواد المثبطة للنمو

اختلف تأثير المواد المثبطة على الأزهار و حدوث الحث الزهري تبعا للنوع النباتي و احتياجات النبات الضوئية لكي يزدهر فبينما أعاق حمض الابسيسيك الأزهار في السبانخ (نهار طويل)



فانه دفع الشيلك (نهار قصير) للأزهار وقد تؤدي المعاملة بالمثبطات إلى التزهير نتيجة لتأثيرها على إيقاف النمو الخضري خاصة تلك الباتات التي تعطي براعمها الزهرية عند انتهاء نمو الفرع الخضري مثل CCC، 9B فهي في ذلك تشبه في تأثيرها المعاملات الزراعية الدافعة للأزهار مثل تقطيع الجذور أو جرحها أو التقليم الجائر أو التعطيش ومن النتائج الجانبية لاستعمال مثبطات النمو هو تأثيرها على زيادة قدرة البراعم الزهرية على النبات المعامل من مقاومة الصقيع المتأخر في بدء الربيع في المناطق الشمالية ويمكن ربط هذا بما لحمض الجبرلين من تأثير على زيادة حساسية النسج للصقيع وعى ذلك ربما يكون تأثير مثبط النمو في تهيئة النبات لمقاومة الصقيع راجع لتأثير المثبط على منع بناء الجبرلين وقد تلاشى ضرر الصقيع لبراعم الخوخ الزهرية بعد رشها Alar قبل بدء الصقيع وكذلك بالرش CCC على الطماطم

### Vernalisation الارتباع

في النباتات الحولية التي تنمو في المناطق المعتدلة يبدأ النمو الخضري في الربيع وتنمو الأزهار في الصيف وتنتج الثمار والبذور في الخريف ونجد أن تأثير درجة الحرارة على تزهير النباتات الحولية يكون ثانويا بالنسبة لتأثير الضوء حيث ينصب تأثير درجة الحرارة على العملية الايضية أكثر من تأثير تحفيز الأزهار أما في النباتات ذات الحولين التي تنمو في أول عام نموا خضريا فقط نجد أن التزهير يتأثر بتعرضها لدرجات من البرودة تعرف بالارتباع ، ولقد وجد أنه من المفيد لمثل تلك النباتات استغلال درجة الحرارة المنخفضة (ويكون عادة فوق الصفر قليل) لتقصير فترة الأزهار بتعرض البذور المستنبه للارتباع أو المعاملة الحرارية المنخفضة قبل الزراعة . كما يستعمل لفظ الارتباع للإشارة الي معاملة البذور بدرجات الحرارة المرتفعة او الي معالجة الجزاء أخرى من النبات خلاف البذور. فارتباع بذور القمح الشتوي يؤدي الي أن يصبح النبات ربيعي ويبدو أن الأثر الفسيولوجي الرئيسي لعملية الارتباع هو دفعها للأزهار المبكر. ويبدو ان قمة الساق هي المكان المدرك للارتباع حيث ينتقل المحفز Stimulus الى الأجزاء الأخرى من النبات.

أوضح 1951Lang عند دراسته على نبات السكران أن هناك علاقة بين درجة الحرارة ومدة التعرض وتأثير هذه العلاقة على كفاءة الارتباع ، وقد وجد Hansel فشل الارتباع على درجة - 4 ودرجات 1 - 7 م متساوية في كفاءتها في تقصير عدد الايام اللازمة للأزهار ويوجد هبوط سريع في معدل الارتباع عندما تزداد درجة الحرارة عن 7 حتى 15 م كما وجد ان أكثر





العوامل الفعالة في إبطال الارتباع هي درجات الحرارة المرتفعة (35 م) فهي تزيل او تبطل تأثير المعاملة بالبرودة

### اللقاح والتلقيح

تختلف حبوب اللقاح في الشكل والحجم إلا إن دورها الفسيولوجي واحد في جميع الأنواع النباتية. وتمثل حبه اللقاح وأنبوبة اللقاح التي تنمو منها هي النبات المشيجي المذكور. ويتم التلقيح أي انتقال اللقاح من منك الزهرة الي ميسم أي زهرة أساسا بواسطة الرياح والحشرات وبعض النباتات تكون هوائية التلقيح كليه او حشرية التلقيح تماما أو بكلتيا الوسيلتين ويعرف التلقيح الذاتي بأنه انتقال اللقاح لميسم نفس الزهرة او زهرة أخرى علي نفس النبات أما التلقيح الخلطي فهو انتقال اللقاح من تلك نبات الي مياسم نبات آخر من نفس النوع وقد يوجد التلقيح الذاتي والخلطي معاً في بعض الأنواع وقد يكون التلقيح الخلطي إجباريا في النباتات ذاتية العقم يقوم بعملية النقل هذه الحشرات وعلى الأخص النحل لذلك فان وجود كمية كافية من النحل في المزرعة يعتبر من المتطلبات الهامة لإتمام عملية التلقيح ومن الأفضل أن يخصص طائفتين من النحل لكل فدان في المزرعة وغالبا توضع هذه الطوائف في منحل خاص في وسط المزرعة ونظرا لأنه قد لوحظ أن اثر النحل يكون أكيدا في الأشجار المجاورة لخلاياه فان الطوائف توزع في موسم التزهير في مجاميع داخل أقسام البستان المختلفة. ويتم إنبات حبه اللقاح عادة في الظروف البيئية المناسبة بعد دقائق من ملاستها لسطح الميسم وعادة تنمو أنبوبة لقاح واحدة وتقوم أنبوبة اللقاح بنقل الخليتين الذكريتين من الميسم للكيس الجنيني والمسافة التي تنموها أنبوبة اللقاح قد تكون قصيرة جداً او قد تصل الي 30سمك في نباتات الأقالام الطويلة كالذرة. وتختلف الفترة الزمنية التي تنقضي بين إنبات حبه اللقاح والأخصاب اختلافاً كبيراً من نبات لآخر وبالنسبة لنباتات كثيرة تتراوح بين 12-48 ساعة وقد تقل عن الساعة الواحدة في قليل من النباتات كالشعير وقد تصل في بعض الأنواع كالبلوط والصنوبر الي شهور وقد تتجاوز العام في قليل من الأنواع. ويتأثر معدل إنبات حبه اللقاح بدرجة الحرارة في البيئة ويدرجة التوافق الفسيولوجي بين أنبوبة اللقاح وأنسجة القلم. وعادة لا يوجد توافق بين لقاح نوع معين من النبات وبين ميسم نوع آخر. وأنبوبة اللقاح تتطفل علي أنسجة القلم في الحقول علي الماء والأغذية وربما الهرمونات. ويتراوح طول الفترة الزمنية التي تحتفظ فيها حبوب اللقاح بحيوتها في الهواء الجاف بين بضع ساعات الي عدة شهور ولقاح الجيليات مشهور بقصر العمر.

بدء النمو في الجنين والأندوسبيرم:





الأخشاب والاندماج الثلاثي: ان المظهر الأساسي للتكاثر الجنسي هو اندماج بيضه ونواة ذكريه وهو ما يعرف بالإخصاب. والخلية البيضية في مغطة البذور جزر مكمل للكبس الجنيني والكيس الجنيني يمثل النبات المشيجي المونث لمغطة البذور وبالإضافة الي الخلية البيضية فإن النواتين القطبيتين اللتان بتحدان معاً لتكون نواة واحدة يتحد معها النسيج الذكري الثاني القادم من أنبوبة اللقاح مكوناً نواة الاستروسبيرم

التوالد البكري:

وهو التكاثر اللاجنسي أي تكاثر بدون إخصاب. وهو ثلاثة أنواع :

أولاً :- تنمو الخلية البيضية ان الي نبات جرتومي بدون إخصاب بطريقة ذاتية او يتأثير عامل منشط من انبوبة اللقاح والجنين هنا أحادي الكروموسوم ((1N وعقم عادة .

ثانياً :- تكون خلايا الكيس الجنيني ثنائية الكروموسوم (NC) وينمو الجنين ثنائية الكروموم.

ثالثاً :- ينمو الجنين مباشرة من نسيج من انسجة المبيض في النبات الجرتومي الوالد ويكون عادة من غلاف البويضة ويكون الجنين ثنائي الكروموسوم ومطابق من الناحية الوراثية الجرثومي الوالد.

تعدد الأجنة:

ويعني هذا أكثر من جنين واحد داخل البويضة وتعدد الاجنة ظاهرة شائعة او منتظمة الحدوث في بعض الأنواع النباتية ففي معراة البذور توجد بشكل منتظم خليتان بيضيتان او أكثر في كل نبات شيجي مونث تنمو كل منها بعد الإخصاب لتكون جنيناً وقد يحدث في بعض الأنواع ان تنشط البويضة الملقحة او الجنين الي شطرين او أكثر ينمو كل منهما لجنين وذلك في معراة البذور بوجه خاص. وهناك سبب آخر وهو نمو كيسين جنينين في البويضة الواحدة كما في شجر الحور الرومي وتعطي كل منهما جنيناً.

وهناك سبب آخر هو النمو العذري لجنين او أكثر من نسيج المبيض كما سبق وهناك في بعض الأنواع اجنة متكونة من هذا الطريق بجانب جنين ناتج من البويضة المخصبة. وقد تكون الأجنة عذرية فقط.

تنمية البذرة:



وتؤدي الحالات الأربع الأولى لتكون بذور فارغة اما الأخيرة فتؤدي لتكون بذور ضارة ان عملية الأخصاب والاندماج الثلاثي لا تحفران تنمية الجنين والاندوسبيرم علي التوالي فحسب ولكنها تؤثران أيضا تأثيراً منشطاً علي نمو البويضة وتحويلها الي بذرة كما تؤثر علي نمو الثمرة.

والعادة ان البويضة المخصبة تبدأ الانقسام بعد فترة قصيرة ويستمر الانقسام حتي يتكون الجنين الكامل وتأتي الأغذية التي يستهلكها الجنين من النبات الام عن طريق الأندوسبيرم. وينمو الأندوسبيرم وهو نسيج قصير العمر في معظم الأنواع النباتية من نواة الأندوسبيرم ويصبح نسيجاً نشطاً بعد حدوث الاندماج الثلاثي بقليل وتختلف الحد الذي ينمو اليه نسيج الأندوسبيرم من نبا لآخر وفي معظم الأنواع النباتية ينمو الأندوسبيرم سريعاً أثناء أطوار نمو البذرة الأولى ولكنه يهضم بعد ذلك ويستخدم كمصدر غذائي للجنين النامي حيث ان الأندوسبيرم وسط مناسب لنمو الأجنة كمصدر غذائي حيث تتحلل خلايا الأندوسبيرم المجاورة للجنين وتختفي ولا يبقى شئ عند نضج البذور وفي مراحل الجنين المتأخرة لهذه الأنواع يتراكم كميات محسوسة من الغذاء في الفلقات وفي أنواع قليلة مثل الحبوب والبلح وجوز الهند وبذور الخروع يبقى الأندوسبيرم كنسيج مخزن في البذرة الناضجة وتكون فيها الفلقات اقل تطوراً وتستخدم الأغذية المخزنة في الأندوسبيرم لتغذية البنية أثناء الإنبات. وأثناء نمو البذور تنمو أغلفة البويضة لتكون أغلفة البذور وعادة تكون ملساء لحمية ورغم ان تكون البذور ونموها هو نتيجة طبيعية لعملية التلقيح إلا انها قد لاتحدث وفشل تكون البذور في الثمار يمكن حدوثها عندما يحدث تلقيح ذاتي في نوع من الأنواع النباتية ذات التلقيح الخلطي او عند حدوث تلقيح خلطي بين أصناف مختلفة لنفس النوع .